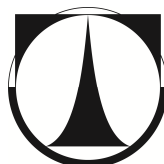


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Elektronické informační a řídicí systémy



Návrh řízení budovy s PLC Tecomat
Proposal of building regulation with PLC Tecomat

Bakalářská práce

| | |
|----------------|--------------------|
| Autor: | Tomáš Vaněk |
| Vedoucí práce: | Ing. Miloš Hernych |
| Konzultant: | Ing. Josef Grosman |

V Liberci dne 18. 5. 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Vaněk**
Osobní číslo: **M08000077**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektronické informační a řídicí systémy**
Název tématu: **Návrh řízení budovy s PLC Tecomat**
Zadávací katedra: **Ústav mechatroniky a technické informatiky**

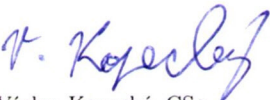
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Seznamte se s problematikou systémové elektroinstalace v oblasti rezidenčního bydlení a její realizace pomocí PLC.
2. Navrhněte HW a SW řešení systémové elektroinstalace menším rodinném domě s využitím PLC Tecomat Foxtrot.
3. Vytvořte projekt a projektovou dokumentaci.


Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: cca 30–40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

- [1] Řehánek, J., Janouš, A., Kučera, P., Šafránek, J.: Tepelně technické a energetické vlastnosti budov. 1.vyd. Praha: Grada, 2002. 248 s. ISBN: 80-7169-582-3.
- [2] Merz, H., Hansemann, T., Hübner, Ch.: Automatizované systémy budov. 1.vydání Praha: Grada, 2009. ISBN: 978-80-247-2367-9.
- [3] Valeš, M.: Inteligentní dům. 2.vydání. Brno: Era, 2008. 145 s. ISBN: 80-7366-062-8.
- [4] Dvořáček, K.: Správná a bezpečná elektroinstalace. 4.vydání Praha: Computer Press, 2010. 160 s. ISBN: 978-80-251-3111-4.
- [5] Firemní materiály firmy Teco, a.s. [online]. [2009]. Dostupné z WWW: <www.tecomat.cz>.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miloš Hernych**
Ústav mechatroniky a technické informatiky
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Josef Grosman**
Ústav mechatroniky a technické informatiky
Datum zadání bakalářské práce: **12. září 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **18. května 2012**


prof. Ing. Václav Kopecký, CSc.
děkan




doc. Ing. Petr Tůma, CSc.
vedoucí ústavu

V Liberci dne 12. září 2011

Čestné prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na můj projekt se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo). Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mého projektu a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mého projektu (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že nemůže být poskytnuta licence k mému projektu třetím osobám bez souhlasu TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Projekt jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mého projektu.



V Liberci dne 18. 5. 2012

Vlastní podpis autora

Abstrakt

Tato práce se zabývá inteligentní elektroinstalací s využitím systému Tecomat Foxtrot od společnosti Teco a.s. Soustředí se na problematiku inteligentních budov a přípravu technické dokumentace s dodržáním platných českých norem. V teoretické části jsou vysvětleny obecně principy fungování inteligentních budov. V praktické části je popsán systém přizpůsobený na míru objektu a uživatelům včetně programové části.

Abstract

This work deals with the use of the intelligent wiring system TECOMAT from Teco. It focuses on the issue of intelligent buildings and the preparation of technical documentation of compliance with applicable Czech regulations. In the theoretical section the general principles of intelligent buildings are explained. The practical part describes how the system tailored to the building and users.

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam obrázků | 7 |
| Seznam tabulek | 8 |
| Seznam zkratk | 9 |
| 1 Úvod | 11 |
| 1.1 Co to je PLC | 12 |
| 1.2 Princip vykonávání uživatelského programu | 14 |
| 1.3 Skladba systému | 15 |
| 1.3.1 Centralizovaný systém | 15 |
| 1.3.2 Distribuovaný systém | 16 |
| 1.3.3 Decentralizovaný systém | 17 |
| 1.3.4 Hybridní systém | 17 |
| 1.4 PLC Tecomat Foxtrot | 17 |
| 1.4.1 CFox | 18 |
| 1.4.2 RFox | 19 |
| 1.4.3 CP-1036 | 20 |
| 1.5 Mosaic | 21 |
| 1.6 Vizualizační a řídicí systémy | 23 |
| 1.6.1 FoxTool | 23 |
| 1.6.2 Reliance 4 | 23 |
| 1.7 Programování dle IEC EN 61 131-3 | 24 |
| 1.7.1 Společné prvky | 24 |
| 1.7.2 Programovací jazyky | 25 |
| 1.7.3 Programová organizační jednotka | 27 |
| 1.7.4 Funkce | 27 |
| 1.7.5 Funkční bloky | 27 |
| 1.7.6 Program | 28 |
| 1.7.7 Základní struktura programové organizační jednotky | 28 |
| 2 Popis systému | 30 |
| 2.1 Seznámení se s problematikou | 30 |
| 2.2 Analýza požadavků uživatele | 32 |
| 2.2.1 INSYS GSM | 36 |
| 2.2.2 PS2-60/27, CF-1141 | 36 |
| 2.2.3 C-HM-1121M | 37 |

| | |
|---|----|
| 2.2.4 IM2-80B..... | 38 |
| 2.2.5 C-OR-0008M..... | 38 |
| 2.2.6 R-KF-0500T..... | 39 |
| 2.2.7 C-AQ-0003R..... | 40 |
| 2.2.8 Ostatní..... | 40 |
| 3 Projektová dokumentace..... | 41 |
| 3.1 Technická zpráva..... | 41 |
| 3.1.1 Základní technické údaje..... | 41 |
| 3.1.2 Instalovaný příkon..... | 41 |
| 3.1.3 Připojení objektu..... | 41 |
| 3.1.4 Měření odebrané elektrické energie..... | 42 |
| 3.1.5 Kompenzace jalové elektrické energie..... | 42 |
| 3.1.6 Prostředí v objektu..... | 42 |
| 3.1.7 Rozvodnice RE..... | 42 |
| 3.1.8 Rozvodnice RB..... | 42 |
| 3.1.9 Rozvodnice RC..... | 42 |
| 3.1.10 Provedení elektroinstalace..... | 43 |
| 3.1.11 Osvětlení jednotlivých místností..... | 43 |
| 3.1.12 Připojení jednotlivých zařízení k objektu..... | 43 |
| 3.1.13 Slaboproud..... | 43 |
| 3.1.14 Uzemnění..... | 43 |
| 3.1.15 Závěr dokumentace..... | 43 |
| 4 Softwarové řešení..... | 44 |
| 4.1 Osvětlení..... | 44 |
| 4.2 Alarm..... | 45 |
| 4.3 Větrání..... | 45 |
| 4.4 Vytápění..... | 46 |
| 4.5 Komfortní funkce..... | 46 |
| 5 Závěr..... | 47 |
| Seznam použité literatury..... | 48 |
| Příloha A..... | 49 |
| Příloha B..... | 50 |
| Příloha C..... | 51 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1.1: Inteligentní dům | 11 |
| Obr. 1.2: Cyklus řešení uživatelského programu | 14 |
| Obr. 1.3: Centralizovaný systém | 15 |
| Obr. 1.4: Distribuovaný systém..... | 16 |
| Obr. 1.5: Tecomat Foxtrot® CP-1036..... | 18 |
| Obr. 1.6: Příklad zapojení typu mesh..... | 19 |
| Obr. 1.7: Logo Mosaic – česká verze | 21 |
| Obr. 1.8: Uspořádání pracovního okna prostředí Mosaic | 22 |
| Obr. 1.9: Ukázka logické funkce AND ve všech čtyřech jazycích | 26 |
| Obr. 1.10: Základní struktura programové organizační jednotky | 28 |
| Obr. 1.11: Základní struktura POU program..... | 29 |
| Obr. 2.1: Schéma konvekční instalace | 30 |
| Obr. 2.2: Schéma inteligentní instalace..... | 30 |
| Obr. 2.3: INSYS GSM | 36 |
| Obr. 2.4: GSM MC52iT | 36 |
| Obr. 2.5: PS2-60/27..... | 37 |
| Obr. 2.7: C-HM-1121M | 37 |
| Obr. 2.6: CF-1141 | 37 |
| Obr. 2.8: R-HM-1121M | 37 |
| Obr. 2.9: IM2-80B..... | 38 |
| Obr. 2.10: IM2-80B Reálné zapojení | 38 |
| Obr. 2.11: C-OR-0008M | 39 |
| Obr. 2.12: R-KF-0500T..... | 39 |
| Obr. 2.13: C-AQ-0003R..... | 40 |
| Obr. 2.14: Lo-Carbon Tempra HTP | 40 |
| Obr. 2.15: R-RT-2305W | 40 |
| Obr. 5.2: Rozvodnice RC | 47 |
| Obr. 5.1: Rozvodnice RB | 47 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tab. 1.1: Porovnání přístrojů Tecomat..... | 13 |
| Tab. 2.1: Vstupy a výstupy první patro..... | 32 |
| Tab. 2.2: Vstupy a výstupy přízemí a venkovní části | 33 |
| Tab. 2.3: Vstupy a výstupy patro | 34 |
| Tab. 2.4: Finanční přehled..... | 35 |

Seznam zkratk

| | |
|----------|---|
| AC | (Alternating Current) střídavý proud |
| AES | Samonosné vodiče s PE izolací |
| AI | (Analog Input) analogový výstup |
| AO | (Analog Output) analogový výstup |
| BMS | (Building Management System) systém řízení budov |
| CAN | (Controller Area Network) průmyslová sběrnice |
| CFox | síť založená na sběrnici CIB |
| CIB | systémová sběrnice pro slave moduly |
| CPU | (Central Processing Unit) procesor nebo mikroprocesor |
| CSV | (Comma-Separated Values) je jednoduchý souborový formát, hodnoty oddělené čárkami |
| CYKY | kabel určený pro rozvod elektrické energie, kulatý průřez bez namáhání |
| ČSN | české státní technické normy |
| DC | (Direct Current) stejnosměrný proud |
| DI | (Digital Input) digitální vstup |
| EZS | elektronická zabezpečovací signalizace |
| FBD | (Function Block Diagram) grafický jazyk funkčního blokového schématu |
| GSM | (Global System for Mobile Communications) systém pro mobilní komunikaci |
| HDO | hromadné dálkové ovládání |
| IL | (Instruction List) textový jazyk seznamu instrukcí |
| INELS | inteligentní moduly od firmy ELKO EP, s.r.o. |
| J-Y(st)Y | kabel se stíněnými kroucenými dvojlinkami |
| LD | (Ladder Diagram) grafický jazyk příčkového diagramu |
| LED | (Light-Emitting Diode) dioda emitující světlo |
| MESH | typ architektury sítě |
| OPC | server, který zprostředkovává komunikaci mezi řídicími systémy a systémy od firmy Teco a.s. |
| PELV | (Protective Extra-Low Voltage) způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem. |

| | |
|-------|--|
| PIR | pohybový detektor |
| PID | proporcionálně integračně derivační regulátor |
| PLC | (Programmable Logic Controller) programovatelný logický kontrolér |
| POU | (Program Organization Units) programová organizační jednotka |
| RFox | síť založená na bezdrátovém připojení od firmy Teco a.s. |
| RISC | (Reduced Instruction Set Computer) architektura mikroprocesorů |
| RO | (Relay output) reléový výstup |
| SCADA | (Supervisory Control And Data Acquisition) dispečerské řízení a sběr dat |
| SDHC | (Secure Digital High-Capacity) typ paměťové karty |
| SELV | (Safety Extra-Low Voltage) způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem. |
| SSR | (Solid State Relay) polovodičové relé |
| ST | (Structured Text) jazyk strukturovaného textu |
| TC/TZ | teplotní senzory, NTC 12K |
| TCL2 | systémová sběrnice pro master moduly na základě RS-485 |
| TN | síť, ve které je jeden bod zpravidla nulový, bezprostředně uzemněn a neživé části chráněných zařízení jsou vodičem spojeny s tímto bodem |
| TN-S | síť TN, ve které jsou ochranný vodič PE a střední pracovní vodič N vedeny samostatně (odděleně) |
| TTL | (Time To Live) číslo, které omezuje dobu platnosti dat |
| USB | (Universal Serial Bus) je univerzální sériová sběrnice |
| UTP | (Unshielded Twisted Pair) nestíněná kroucená dvojlinka |
| XML | (Extensible Markup Language) jazyk pro tvorbu webových stránek |
| YCYM | kabel se stíněnými kroucenými dvojlinkami |

1 Úvod

Intelligentní dům neboli chytrý dům je budova vybavená komunikační a počítačovou technologií. S využitím těchto technologií je možné reagovat na vysoké požadavky na komfort, zabezpečení, vytápění, osvětlení a mnoho dalších systémů, které spolu dokonale spolupracují a vytváří tak jedinečný celek šitý přímo na míru uživatelům. Vzájemnou integrací všech prvků pak dokážeme z běžného domu s konvenční elektroinstalací udělat tzv. inteligentní dům. Zásadní roli v této problematice hraje komunikace. Všechny systémy nelze sloučit dohromady na jedno místo, proto musí být brán ten nejvyšší zřetel na vzájemný přenos dat. Systém Tecomat Foxtrot využívá hned několik způsobů komunikace např. Ethernet, CIB sběrnice (kap. 1.4.1) nebo TCL2 sběrnice. U všech kabelových připojení je zpravidla využíváno stíněných kroucených dvojlinek pro obousměrnou komunikaci (UTP – unshielded twisted pair) pro zajištění stabilního přenosu.



Obr. 1.1: Inteligentní dům

Intelligentní dům dnes není žádnou novinkou. Této technologie se využívá již řadu let v průmyslových odvětvích. V minulých letech si pohodlí a komfort inteligentních domů mohl dovolit jen dobře situovaný zákazník nebo velké objekty jako např. nemocnice, hotely, obchodní centra, parkoviště nebo správce veřejného osvětlení. V současné době díky rostoucí poptávce a rychlému technologickému rozvoji je takto vybavený dům dostupnější i pro malé objekty se zastavěnou plochou do 150 m² tedy i pro rodinné domy. S rozvojem bezdrátových přenosů dat je možné přestavět stávající objekt na inteligentní bez rozsáhlých stavebních úprav. Nemalou výhodou je možnost dodatečných úprav a ladění systému za chodu na přání obyvatel s minimální investicí. Celý dům je navržen tak aby bylo možné postupně přidávat nová zařízení například

audiovizuální technologii, tak aby uživatel měl vše plně pod kontrolou. Hlavní podstatou je sloučit zdánlivě složité systémy do jednoho, aby ovládání bylo jednoduché, intuitivní a příjemné pro každého. Uživatel se může pohodlně usadit do svého oblíbeného křesla a přes tablet nebo chytrý telefon ovládat televizi, žaluzie nebo osvětlení, vše na jednom zařízení.

1.1 Co to je PLC

Programovatelný automat (dále jen PLC - Programmable Logic Controller) je číslicový řídicí elektronický systém navržený pro řízení průmyslových strojů a pro automatizaci procesů v reálném čase. PLC využívá digitálních nebo analogových vstupů a výstupů k získávání a předávání informací z a do řízeného zařízení. Algoritmy řízení jsou vykonávány v cyklech a uloženy v paměti uživatelského programu. Periferie jsou navrženy tak, aby byly kompatibilní s běžně používanými technologickými procesy s důrazem na zpětnou konektivitu.

Již od poloviny 80. let se začaly hojně využívat pro řízení výrobních linek, strojů a technologických procesů. Prvotním impulzem byla náhrada reléových automatů za binární automaty, které poskytovaly vyšší komfort následné modifikace s využitím výrazové logiky. I přes nespornou variabilitu vývojářského prostředí typu Mosaic, zůstává pozadu oproti řídicím počítačům a minipočítačům. Na druhou stranu vykazovala neopomenutelné výhody. Například spolehlivost v extrémním prostředí, dělení řídicí struktury na samostatné celky s přehledně definovaným rozhraním a nižší nároky na silovou kabeláž. Z toho plyne rychlejší uvedení do provozu, nenáročná údržba, dodatečné ladění programů, pestrá nabídka modulárních rozšíření a tím optimalizace ceny hardwaru, stabilita jednoduchého operačního systému, nižší nároky na kvalifikaci projektantů a uživatelů atd. PLC nahradily nejen řídicí počítače a minipočítače, ale i malou automatizaci zastoupenou průmyslovými PID regulátory, proto je pochopitelné, že jedním z hlavních požadavků průmyslu je především jednoduchý programovací jazyk, který je velmi podobný jazyku logických schémat nebo assembleru.

Od prvotních komplikací se spolehlivostí programovatelných automatů způsobené nepříliš vysokou kvalitou elektronických součástek, se náhrada na místo relé a bezkontaktní logiky programovatelnými automaty uskutečnila jednoduše a úspěšně. Nahrazení řídicího počítače programovatelným automatem nebyl zas tak jednoduchý proces. Vyspělejší programovatelné automaty poskytovaly uspokojivou spolehlivost a také realizace projektů je simplifikovanější na rozdíl od centralizovaného návrhu, ovšem programátorský komfort minipočítačů se programovým prostředím PLC vyrovnal až po nástupu systémů SCADA.

Postupem času začaly malé sofistikované systémy PLC s širokou škálou rozšiřujících modulů pronikat do elektroinstalace malých a středních budov. Zvýšila se konektivita a s nástupem tzv. user friendly prostředí i dostupnost pro uživatele z neodborné sféry. Většina

významných výrobců PLC např. Allen-Bradley Rockwell Automation nebo Teco a.s. má v současnosti již v nabídce jednu či dvě řady PLC automatů určených pro instalaci do rodinného domu nebo do středně velkých kancelářských budov. Hlavní silou těchto PLC je široká nabídka speciálních modulů určených pro daný projekt.

Tato práce se specializuje na systém Tecomat Foxtrot. Existuje celá řada výrobců, kteří disponují systémy podobných vlastností např. ABB Group (DE), AMIT s.r.o (CZ), Beckhoff Automation GmbH (DE), Siemens (DE) atd. Firma Teco a.s. nabízí podrobnou dokumentaci výkonný software ve verzi lite a především kvalitní poradenskou činnost. Na základě těchto důvodů je použití tohoto systému pro inteligentní elektroinstalaci výhodné.

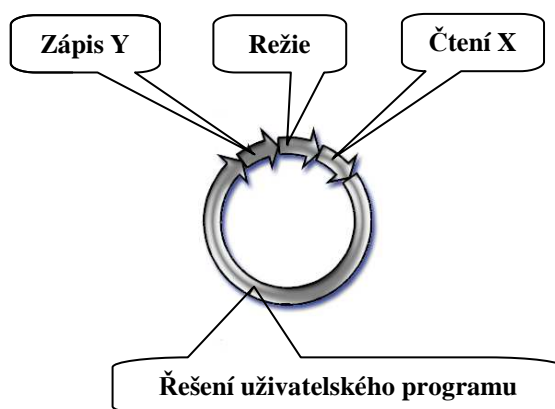
| Typ PLC | DI/DO | AI/AO | Komunikační kanály | Paměť programu + tabulky |
|---------|-------|----------|--------------------------------|--------------------------|
| TC600 | 48/44 | 24/8 | 3 x RS-232 | 32 kB |
| TC650 | 48/45 | 24/8 | 3 x RS-232, Ethernet | 64 + 64kB |
| Foxtrot | 134 | 80/20 | 2 x RS-232, Ethernet, CIB | 192 + 64kB |
| TC700 | >8000 | 3300/700 | 10 x RS-232, 2 x Ethernet, USB | 192 + 64kB |

Tab. 1.1: Porovnání přístrojů Tecomat

1.2 Princip vykonávání uživatelského programu

Řídicí algoritmus programovatelného automatu je zapsán jako posloupnost instrukcí v paměti uživatelského programu. Centrální jednotka postupně čte z této paměti jednotlivé instrukce, provádí příslušné operace s daty v zápisníkové paměti a zásobníku, případně provádí přechody v posloupnosti instrukcí, je-li instrukce ze skupiny organizačních instrukcí. Jsou-li provedeny všechny instrukce požadovaného algoritmu, provádí centrální jednotka aktualizaci výstupních proměnných do výstupních periferních modulů a aktualizuje stavy ze vstupních periferních modulů do zápisníkové paměti. Tento děj se stále opakuje a nazýváme jej cyklem programu (obr. 1.2).

Jednorázová aktualizace stavů vstupních proměnných během celého cyklu programu odstraňuje možnosti vzniku hazardních stavů při řešení algoritmu řízení (během výpočtu nemůže dojít ke změně vstupních proměnných). [2]



Obr. 1.2: Cyklus řešení uživatelského programu

čtení X - přepis hodnot ze vstupních modulů PLC do oblasti X v zápisníkové paměti

zápis Y - přepis hodnot vypočtených programem z oblasti Y do výstupních modulů PLC

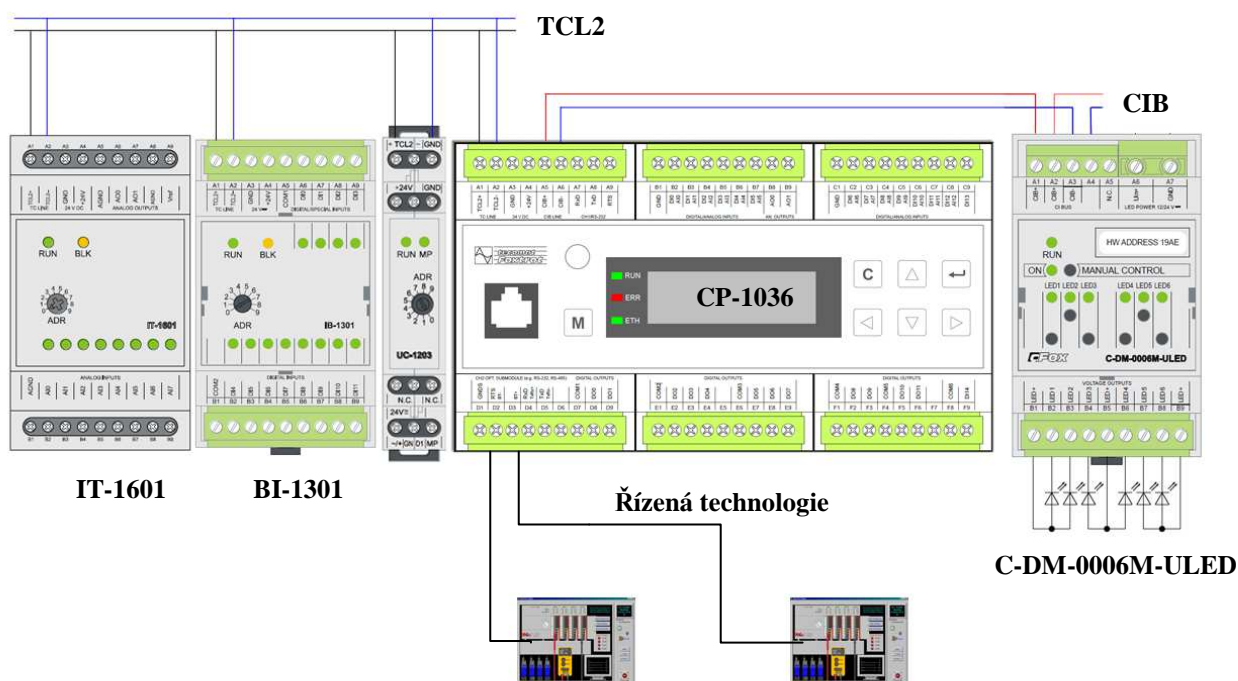
režie - příprava centrální jednotky PLC k řešení dalšího cyklu programu

1.3 Skladba systému

V současné době existují čtyři základní typy systémů z hlediska uspořádání. V první řadě je centralizovaný systém následně decentralizovaný a kombinací obou předcházejících získáme hybridní systém. V poslední řadě je systém distribuovaný, který je velmi podobný decentralizovanému, až na nutnost neustálé komunikace. Úroveň centralizace závisí na počtu lokálních inteligentních prvků umístěných např. do instalační krabice nebo do podružného rozvaděče. Tyto dílčí prvky odpovídají za řízení a sběr dat v dané lokalitě. U systémů od firmy Teco a.s. z pravidla neřeší úlohu bez základního modulu, vždy musí proběhnout komunikace.

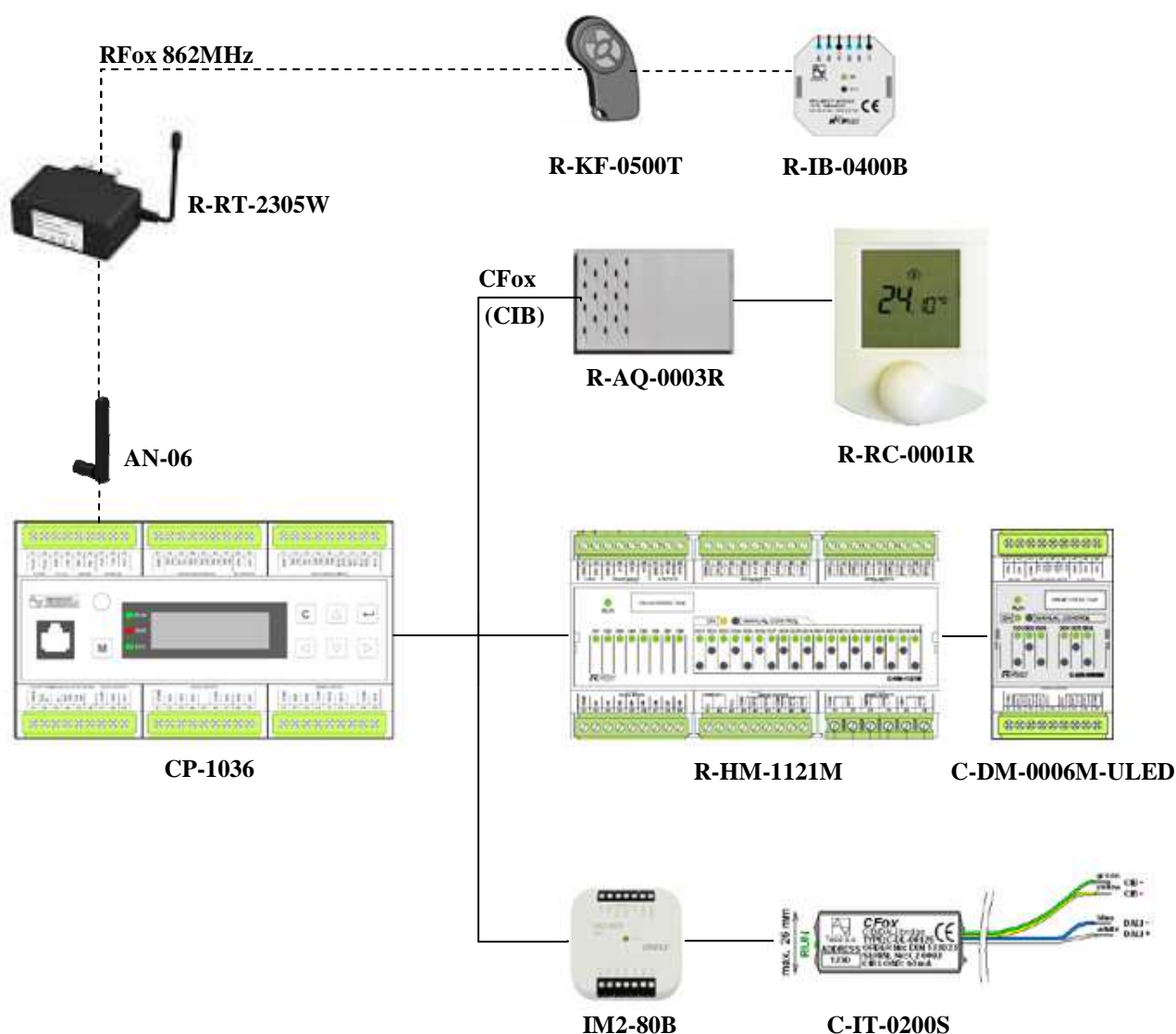
1.3.1 Centralizovaný systém

U centralizovaného systému se veškerá inteligence soustředí do hlavního rozvaděče. Při výběru umístění hlavní rozvodnice je třeba brát na zřetel několik okolností. V první řadě je třeba vybrat bezpečné místo, aby byla snadno přístupná a nepodléhala okolním vlivům. Dále je výhodné ji umístit do středu technologie z důvodů úspor na kabeláži. Centralizovaný systém je zranitelnější než decentralizovaný. Při závadě může dojít k poškození velké části důležitých prvků najednou, a tím pádem může dojít k nákladné a zdlouhavé obnově. Ryze centralizované systémy se používají na menší úlohy o několika vstupech a výstupech. U větších systému je tento způsob řízení z hlediska nákladů na kabeláž neekonomický. Hlavní výhodou je jednodušší zapojení, a následná diagnóza a úpravy v již zapojeném systému. Dále jsme schopni sledovat a získávat data a dění v objektu na jednom místě. U rodinných objektů je vhodnější využít hybridní zapojení.



1.3.2 Distribuovaný systém

Distribuovaný systém podobný decentralizovanému systému. Jednotlivé moduly, především hardwarová část, řídicí techniky jsou umístěny přímo u řízeného procesu. Ovšem program je vykováván v základní jednotce. Proto je nutná neustálá komunikace. Tento systém je výhodný z hlediska zpracování dat. Veškerá data o řízené technologii jsou umístěna na jednom místě. Slabinou je náhlé přerušení komunikace. V takovém případě dojde k zastavení procesu popř. u určitých modulů k nastavení předem daných výstupů, aby se zabránilo dalším škodám. Typickým příkladem jsou moduly z rodiny INELS např. R-IB-0400B, který disponuje čtyřmi digitálními vstupy. V ideálním případě je nejvýhodnější zkombinovat různé typy zapojení tak, aby systém byl spolehlivý a ekonomicky výhodný.



Obr. 1.4: Distribuovaný systém

1.3.3 Decentralizovaný systém

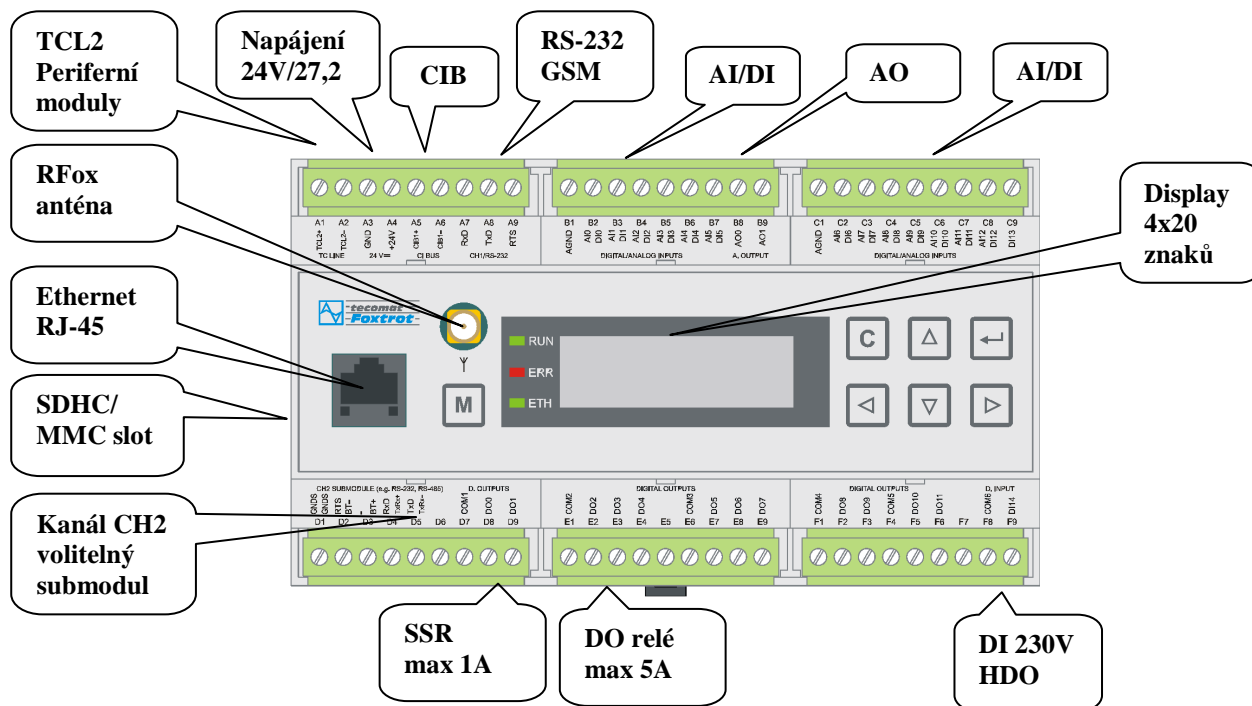
Decentralizovaný systém je pravý opak centralizovaného. Použité moduly jsou umístěny přímo u každé řízené technologie zvlášť a samostatně. U systému Tecomat Foxtrot je nezbytné stále komunikovat se základní jednotou. Úplná nezávislost externích modulů není možná. Po výpadku komunikace je možné programově nastavit, jak by se měl modul zachovat např. sepnout určité výstupy, aby nedošlo ke zbytečným škodám. U ryze decentralizovaných systémů není základní jednotky třeba. S těmito systémy se v současné době setkáváme čím dál častěji. Hlavní výhodou je finančně výhodnější zapojení v rozsáhlých objektech. U rodinných domů je nutné dobře zvážit a spočítat náklady oproti centralizovaným systémům. Z pravidla bývá nejvýhodnější použití hybridního zapojení. Typickým příkladem decentralizovaného systému je ABB i-bus® KNX.

1.3.4 Hybridní systém

Hybridní systém je výhodnou kombinací vlastností centralizovaného a decentralizovaného systému. V konečném návrhu je využito právě hybridního systému. Hybridní systém je postaven na základě řídicí neboli hlavní jednotky, v tomto případě CP-1036, a zároveň využívá inteligentních prvků připojených přes RFox nebo CFox k řízení lokálních úloh. Hlavní důvod proč použít právě hybridní systém je značná úspora na kabeláži. Spolu s napájecím kabelem je tažen datový kabel s volnou topologií zapojení. Například v místnosti jsou tři páry tlačítek, teplotní senzor a PIR detektor. S modulem IM2-80B je možné připojit osm digitálních vstupů a jeden analogový. Zároveň modul poskytuje napájecí zdroj 12V/75mA. Tímto způsobem jsme schopni elegantně obsloužit celou místnost a ven vede pouze CIB, tedy jedna kroucená dvojlinka. V rodinných domů je hybridní zapojení nejvhodnějším řešením.

1.4 PLC Tecomat Foxtrot

V následující části se budeme věnovat PLC automatu Tecomat Foxtrot (obr. 1.5). A periferním modulům, které jsou použity v návrhu. V současnosti je trendem využívat informační techniku v průmyslové automatizaci a elektroinstalaci soukromých objektů. Hlavním aspektem je podávat co nejlepší přehled o stavu řízeného objektu a umožnit variabilní řídicí zásahy z nejrozličnějších úrovní. Další významnou oblastí jsou úlohy v BMS (Building Management System). Toto odvětví doposud nebylo silnou stránkou PLC a pro tyto aplikace byly navrhovány speciální systémy. Tecomat Foxtrot má předpoklady uplatnit se jak v aplikacích typických pro průmyslové řídicí systémy, tak mezi systémy určenými pro řízení technických budov.



Obr. 1.5: Tecomat Foxtrot® CP-1036

1.4.1 CFox

Sběrnice CIB umožňuje připojit k systému Tecomat Foxtrot velké množství periferních modulů určených především pro řízení obytných budov. Jedna větev ohraničená jedním masterem může obsloužit až 32 jednotek. Základní modul CP-1036 je osazen jedním masterem CIB a přes sběrnici TCL2 je možné dodatečně osadit další čtyři mastery a každý externí master obsahuje dvě větve CIB. V celkovém součtu je možné připojit 288 jednotek. Vždy je rozumné ponechat si na každé větvi rezervy, aby bylo možné dodatečně připojit další jednotky.

Komunikace probíhá přes kroucenou dvojlinku s volnou topologií. Je doporučeno použít J-Y(St)Y 1x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8 (odpor vodiče cca 7 Ω / 100 m). Předávání informací je modulováno na stejnosměrné napětí. Napájecí napětí generuje SELV zdroj 24 V DC v případě připojených baterií 27,2 V DC. Velká výhoda sběrnice je možnost přímého napájení připojených jednotek do maximálního odběru 100 mA po připojení oddělovacího modulu R-HC-0101F napájeného ze zdroje je možné zátěž zvýšit až na 1 A. Je nutné brát ohled na úbytky napětí především u dlouhé a zatížené větve.

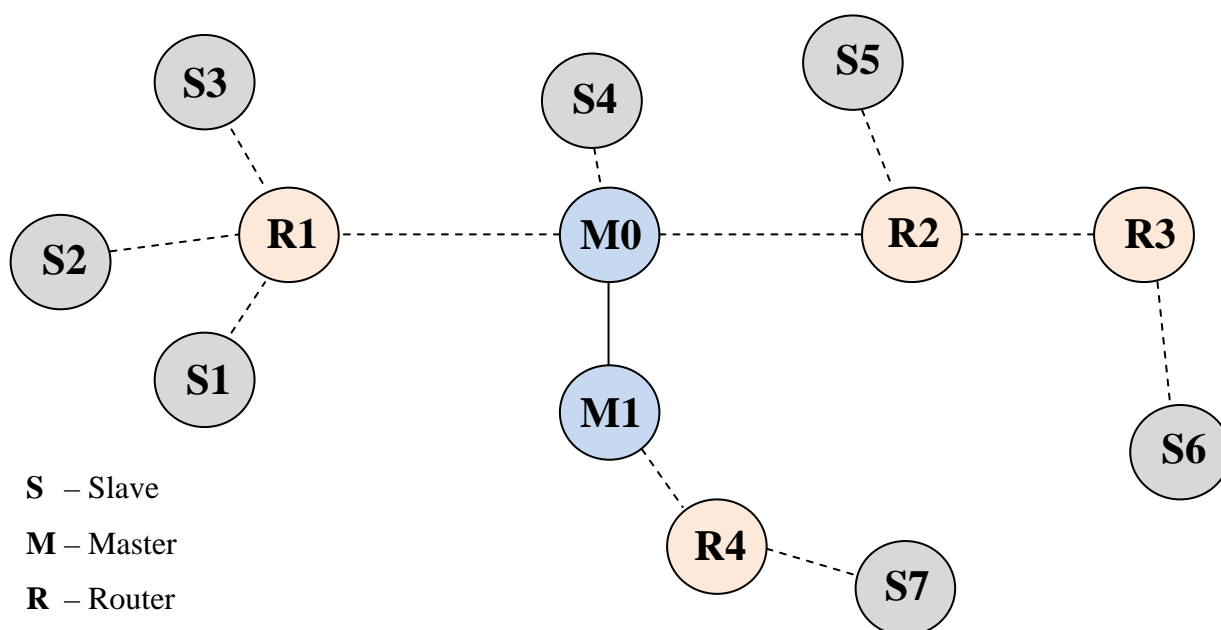
Vysoká tolerance napájecího napětí se zálohováním + 10%, – 25%, bez zálohování + 25%, – 15%, poskytuje sběrnici vysokou stabilitu i při nepředvídatelných situacích. Maximální vzdálenost od mastera k poslední jednotce by neměla překročit 500 m. Volná topologie zapojení jednotek usnadňuje instalaci a zjednodušuje pozdější úpravy. Sběrnice nikdy nesmí uzavřít okruh. Sběrnice CIB musí být vždy navrhována a realizována tak, aby splňovala SELV nebo PELV. [2]

1.4.2 RFox

Sběrnice RFox (Radio Foxtrot) je bezdrátová rádiová sběrnice. Je provozována v bezlicenčním rádiovém pásmu 868 MHz. Komunikace probíhá vždy mezi masterem a slave prvky, kterých může být až 64. Master může být integrován přímo v základní jednotce nebo je možné připojit až čtyři externí mastery přes systémovou TCL2 sběrnici. Komunikace mezi masterem a slave modulem je podporována pro topologie typu hvězda nebo mesh (Obr. 1.7). V jedné mesh síti je možné použít až 4 routery neboli opakováče, ty jsou standardně napájeny trvale. Signál musí dorazit k masterovi maximálně s pěti skoky jinak vyprší TTL (time to live), tím se předejde možnému zacyklení vysílané informace.

RFox periferní moduly existují v několika provedeních např. interiérové, provedení pro montáž na U lištu nebo jako klíčenka tedy k ručnímu ovládání (Obr. 1.4 prvek R-KF-0500T). Komunikace je obousměrná s potvrzováním paketů a přenosovou rychlostí 19,2 kb/s. Maximální dosah je při přímé viditelnosti až 100 m a v zástavě až 25m. Pro zvýšení dosahu je možné použít externí anténu nebo routery (Obr. 1.4 prvek R-RT-2305W). Tato technologie je velmi vhodná k přestavbám stávajících objektů. V nedávné době byla realizována rodinná vila, kde veškerá řídicí technika byla propojena přes RFox. Podobně jako u Wi-Fi je nutné nastavit jednotlivé kanály, kterých je k dispozici osm od 868,000 MHz až do 868,600MHz.

Bezdrátová síť je navržena s ohledem na již velmi zatížené prostředí radiovým signálem. Vysílací výkon se pohybuje okolo 3,5 mW, maximální povolená hodnota je 25 mW. Komunikace je zredukována na nezbytné minimum také z důvodu prodloužení životnosti modulů napájených z baterie. Například termostatická hlavice R-HC-0101F setrvává v režimu spánku, dokud nedojde ke změně stavu nebo se probudí každých sedm minut, a poté odešle informace. [2]



Obr. 1.6: Příklad zapojení typu mesh

1.4.3 CP-1036

[11xRO, 2xSSR 13xDI/AI, 2xAO, 1xDI, 1xDI (230 V), CIB, RFox, TCL2, Ethernet, SD slot]

Z důvodů náročnosti aplikace na vstupy a výstupy byl vybrán základní modul CP-1036 viz. (Obr. 1.5), který je vybaven třinácti analog/digitálními vstupy, RS-232 sériovým portem, dvěma analogovými výstupy, jedenácti reléovými výstupy a dvěma Solid state relé. V poslední řadě zmíněný základní modul disponuje slotem pro submodul sériového rozhraní (SCH), který se vloží přímo do jeho těla. Vedle vlastních schopností základního modulu je možné rozšířit vstupy/výstupy přes dvoudrátovou elektroinstalační sběrnici CIB, která umožňuje připojit jednotky elektroinstalačního systému INELS.

Velký výpočetní výkon zajišťuje 32bitový procesor RISC s frekvencí 166 MHz, díky němuž systém dosahuje doby cyklu 0,2 ms na 1000 logických instrukcí. Dnešní systémy PLC často realizují velmi náročné výpočetně složité algoritmy, kde je tento výkon nezbytný, aby nedocházelo k nežádoucímu prodlužování doby reakce systému. Varovná hodnota jednoho cyklu je stanovena na 150 ms a kritická hodnota, při které už není zaručena stabilita systému, je 250 ms. Velký výkon je zapotřebí i v případě, že systém plní funkci webového serveru a musí vedle zpracování vlastního uživatelského programu procházet a zpracovávat textové soubory XML.

S narůstající složitostí aplikace souvisí také velikost paměti pro program, která činí 192 kB pro vlastní uživatelský program a 64 kB pro tabulky. Paměť programu a tabulek je zálohována lithium-iontovým akumulátorem po dobu přibližně 500 hodin. Pro zvláště náročné aplikace na výdrž systému bez napájení je možné vložit do slotu uvnitř základní jednotky baterii typu CR2032, která prodlouží výdrž až na 20000 hodin, tato baterie není nabíjena a je nutné jí měnit.

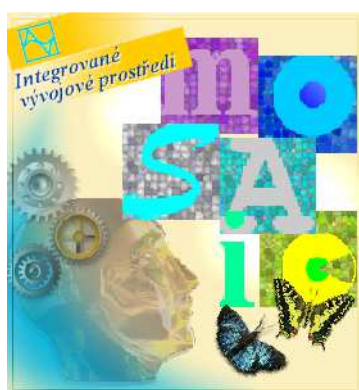
U systémů Tecomat je možné paměť programu a tabulky zálohovat také na paměť Flash. Další možností jak rozšířit paměť systému je připojit SDHC kartu až do velikosti 32 GB, která je využita i pro uložení webových stránek.

Z hlediska konektivity je možné komunikovat přes Ethernet 10/100Mb s⁻¹, který se nachází na základním modulu, a je tedy standardní součástí systému. Webový server umožňuje předávat data ze systému Foxtrot i dalším nezávislým úlohám. Ethernet je využíván jako komunikační rozhraní pro programování. Tecomat Foxtrot je zpětně kompatibilní se standardními průmyslovými protokoly, jako je Profibus-DP, CAN nebo Modbus. Sériová rozhraní RS-232 jsou určena pro připojení inteligentních snímačů, operátorských panelů nebo např. modemů GSM.

1.5 Mosaic

Většina výrobců řídicích systémů dodává spolu s hardwarem i software. Často bývají tyto vývojové nástroje finančně velmi náročné. Mosaic je vývojové prostředí od firmy Teco a.s. Na rozdíl od konkurence firma Teco a.s. nabízí svůj software zdarma ve verzi lite. V této verzi můžete využívat a testovat velké množství funkcí. Omezení jste množstvím připojených modulů na tři. Modulem se v tomto případě myslí i vlastní periferie základní jednotky. V případě CP-1036 je pokládán, jako samostatný modul např. CPU, panel (display 4x20), CIB sběrnice, vstupy, výstupy a RFox. Celý software je uživatelsky přívětivý a bez větších obav může být označován jako „user friendly“. Další výhodou je několikrát do roka nová verze s opravami a novým vylepšením. Neméně důležitou vlastností je možnost programovat, diagnostikovat a ladit program bez přítomnosti fyzické jednotky, tedy off-line režim (SimPLC).

Prostředí je vyvíjeno ve shodě s IEC EN-61131-3, která přesně definuje strukturu programů a programovací jazyky pro PLC. V prostředí Mosaic je možné programovat v textových jazycích IL (Instruction List), ST (Structured Text), v grafických jazycích LD (Ladder Diagram) a FBD (Function Block Diagram) nebo je kombinovat. [2]



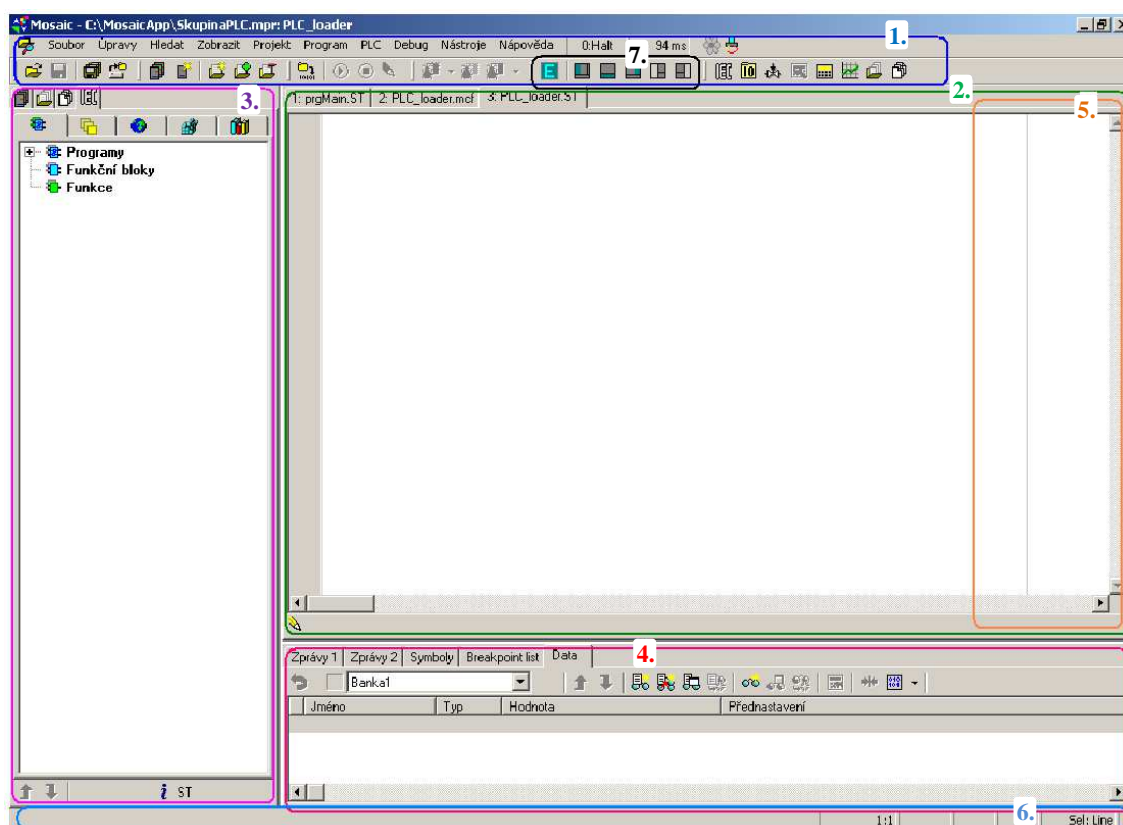
Obr. 1.7: Logo Mosaic – česká verze

Základní program se skládá z programové organizační jednotky zkráceně POU (Program Organisation Unit). Touto jednotkou jsou funkce, funkční blok a nejvyšší jednotkou je program (IL, ST, LD nebo FBD). Dále jsou ve vývojovém prostředí implementovány rozsáhlé uživatelské knihovny a s jejich pomocí je možné řídit např. GSM modul nebo spravovat různé typy průmyslových sběrnic. Mosaic umožňuje připojení řídicího systému přes sériovou linku, Ethernet nebo USB.

Ve vývojovém prostředí mosaic obsahuje několik užitečných nástrojů. GraphMaker je nástroj pro ladění a diagnostiku řízeného systému. Lze zobrazit průběhy proměnných v reálném

čase a snáze tak odhalit případné problémy. Umožňuje nastavit periodu vzorkování a poté data exportovat na externí zařízení. Obsahuje funkci digitálního osciloskopu a logického analyzátoru.

PIDMaker je nástroj pro vytváření a ladění PID regulátorů. Nabízí interaktivní náhled a na průběh regulace a usnadňuje správné nastavení jednotlivých parametrů regulátoru a poté vygeneruje programový kód. Lze simulovat jednoduché soustavy až do třetího řádu s dopravním zpožděním. PanelMaker je nástroj na tvorbu obsahu obrazovek pro textové operátorské panely. Funkce je dostupná, pokud je panel připojen. Simulátor panelu umožňuje testování kódů vygenerovaných PanelMakerem bez připojení reálného panelu. [2]



Obr. 1.8: Uspořádání pracovního okna prostředí Mosaic

Popis obrázku 1.8

1. V horní části je v řádku umístěna hlavní nabídka a pod ní lišta s grafickými ikonami.
2. Ve střední části je panel editoru. V horní části okna jsou záložky se jmény otevřených souborů.
3. V levé části hlavního okna jsou obvykle otevřená okna pomocných organizačních nástrojů.
4. V dolní části hlavního okna jsou obvykle umístěna otevřená okna informačních nástrojů.
5. V pravé části hlavního okna jsou otevřená okna náhledů na oblasti paměti a proměnných.
6. V nejnižším řádku hlavního okna je informační řádek, kde se zobrazují informační texty a v pravé části informace z aktivního editoru.
7. Skupina ovládacích ikon pro rychlé vypínání/zapínání a změnu rozměru jednotlivých Panelu.

1.6 Vizualizační a řídicí systémy

V současné době existuje celá řada řídicích systémů, které umožňují vizualizaci dat v inteligentních budovách. Za zmínku stojí především FoxTool, Reliance 4 a to z důvodů přímé kompatibility se systémy Tecomat Foxtrot.

1.6.1 FoxTool

Foxtool je nástroj určený pro pohodlnou a rychlou integraci inteligentní elektroinstalace s využitím CFox, RFox a řídicí jednotkou CP-1000. S pomocí FoxTool je možné vizualizovat a zároveň ovládat osvětlení, vytápění, klimatizace či monitorovat spotřebu energie. FoxTool zajišťuje poskytování informací o stavu alarmu v objektu a je schopen komunikace s uživatelem pomocí PC nebo chytrého telefonu. Důležitou součástí je vestavěný simulátor centrální jednotky, díky kterému je možné provádět off-line ladění systému. [2]

1.6.2 Reliance 4

Reliance 4 je moderní SCADA/HMI systém určený pro monitorování a ovládání průmyslových technologií a automatizace budov. SCADA/HMI systém Reliance je vyvíjen na základě dlouholetých zkušeností s budováním rozsáhlých aplikací.

Systém Reliance je přehledný a intuitivní. Výhodou je rychlost vývoje, několikrát do roka nová verze upravená dle aktuální situace v průmyslu. Vysoká priorita je kladena na spolehlivost a stabilitu systému. K propojení se systémy Teco je třeba Teco OPC Server, který zprostředkuje komunikaci a datové spojení mezi OPC klientem (např. Reliance) a řídicími systémy Teco.

1.7 Programování dle IEC EN 61 131-3

Norma IEC 61 131 je určena zejména pro programovatelné řídicí systémy. Základní koncepce obsahuje pět částí a představuje souhrn požadavků na moderní řídicí systémy. Celý souhrn norem je tvořen nezávisle na jakékoliv soukromé organizaci či firmě a má širokou mezinárodní podporu. Jednotlivé části normy jsou věnovány jak technickému tak programovému vybavení těchto systémů. Některé části jsou přejaty z evropské normy.

V ČR byly přijaty jednotlivé části této normy pod následujícími čísly a názvy:

- ČSN EN 61 131-1 (Všeobecné informace),
- ČSN EN 61 131-2 (Požadavky na zařízení a zkoušky),
- ČSN EN 61 131-3 (Programovací jazyky),
- ČSN EN 61 131-4 (Podpora uživatelů),
- ČSN EN 61 131-5 (Komunikace),
- ČSN EN 61 131-7 (Programování fuzzy řízení).

V Evropské unii jsou tyto normy přijaty pod číslem EN IEC 61 131. Norma 61 131-3 je výsledkem práce sedmi mezinárodních společností, které do vypracování normy vložily svoji desetiletou zkušenost na poli průmyslové automatizace. Výsledkem je specifikace syntaxe a sémantiky unifikovaného souboru programovacích jazyků, včetně obecného softwarového modelu a strukturujícího jazyka. Tato norma byla přijata jako směrnice u většiny významných výrobců PLC. [2]

1.7.1 Společné prvky

Typy dat

V rámci společných prvků jsou definovány typy dat. Definování datových typů je velmi důležité z důvodu prevence chyb v samém počátku tvorby projektu. Je nutné definovat typy všech použitých parametrů a proměnných. Běžné datové typy jsou BOOL, BYTE, WORD, INT, REAL, DATE, TIME, STRING atd. Z těchto základních datových typů je pak možné odvozovat vlastní uživatelské datové typy nebo struktury. Tímto způsobem je možné definovat samostatný datový typ nebo analogový vstupní kanál a opakovaně ho používat pod definovaným jménem. U softwaru Mosaic je výhodné použít alias název v nastavení I/O z důvodu změny hardwarové adresy po překladu. [2]

Proměnné

Proměnné mohou být přiřazeny explicitně k hardwarovým adresám pouze v konfiguracích nebo programech. Tak je dosaženo vysokého stupně hardwarové nezávislosti a možnosti opakovaného využití softwaru na různých hardwarových platformách.

Oblast působnosti proměnných je běžně omezena pouze na programovou organizační jednotku (POU), ve které byly deklarovány (proměnné jsou v ní lokální). To znamená, že jejich jména mohou být používána v jiných částech bez omezení. Tímto opatřením dojde k eliminaci řady dalších chyb. Pokud mají mít proměnné globální působnost, např. v rámci celého projektu, pak musí být jako globální deklarovány (VAR_GLOBAL). Aby bylo možné správně nastavit počáteční stav procesu nebo stroje, může být parametrům přiřazena počáteční hodnota při startu nebo studeném restartu. [2]

1.7.2 Programovací jazyky

Norma ČSN EN 61 131-3 definuje čtyři programovací jazyky. Jednotlivé syntaxe a názvosloví je přesně definované a neponechává žádný prostor pro neurčité vyjadřování. S využitím těchto jazyků je možné programovat velké množství řídicích systémů, které jsou na tomto standardu založeny.

Programovací jazyky je možné rozdělit do dvou základních kategorií:

Textové jazyky

IL – Instruction List – jazyk seznamu instrukcí

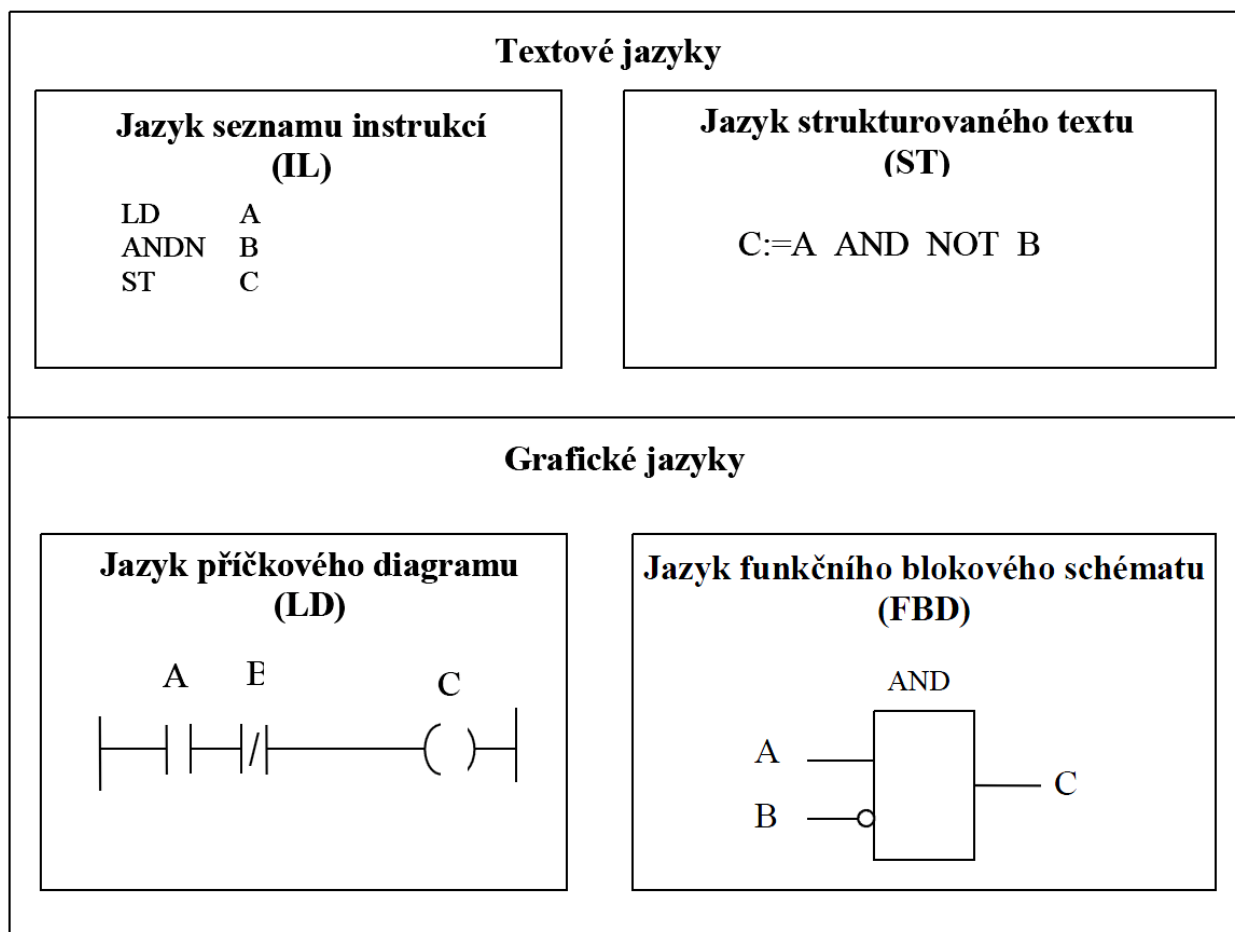
ST – Structured Text – jazyk strukturovaného textu

Grafické jazyky

LD – Ladder Diagram – jazyk příčkového diagramu

FBD – Function Block Diagram – jazyk funkčního blokového schématu

Pro přehled je na Obr. 1.9 uvedená stejná funkce ve všech podporovaných jazycích. Funkce je součin proměnné A a negované proměnné B s výsledkem ukládaným do proměnné C. Volba programovacího jazyka je závislá na zkušenostech programátora, na typu řešeného problému, na úrovni popisu problému, na struktuře řídicího systému a na řadě dalších okolností, jako jsou např. typ odvětví průmyslu, zvyklosti firmy implementující řídicí systém, zkušenosti spolupracovníků v týmu apod. [2]



Obr. 1.9: Ukázka logické funkce AND ve všech čtyřech jazycích

Všechny čtyři základní jazyky (IL, ST, LD a FBD) jsou vzájemně provázány, to znamená, že je možné část programu napsat v jazyce ST a zbytek programovat například v LD. Jazyk LD má původ v USA a je založen na grafické reprezentaci reléové logiky. Naproti tomu jazyk IL je jeho evropský protějšek. Jako textový jazyk připomíná assembler. Předposlední z jazyků FBD je velmi blízký procesům v průmyslu. Vyjadřuje chování funkcí, funkčních bloků a programů jako soubor vzájemně provázaných grafických bloků, podobně jako v elektronických obvodových diagramech. Definuje určitý systém prvků, které zpracovávají signály. A poslední jazyk ST je velmi výkonný vyšší programovací jazyk, podobný Pascalu nebo C. Obsahuje všechny podstatné prvky moderního programovacího jazyka, včetně větvení IF, ELSE, CASE a iterační smyčky FOR, WHILE a REPEAT. Tyto prvky mohou být vnořovány. Tento jazyk je vynikajícím nástrojem pro definování komplexních funkčních bloků, které pak mohou být použity v jakémkoliv jiném programovacím jazyku. Je dobré být schopen porozumět všem čtyřem typům jazyků, ale pro programování je nejefektivnější jazyk ST. [2]

1.7.3 Programová organizační jednotka

Funkce, funkční bloky a programy jsou v rámci normy IEC 61 131-3 nazývány společně programové organizační jednotky (Program Organization Units, někdy se pro tento důležitý a často používaný pojem používá zkratka POU). Jak vyplývá z názvu, POU je nejmenší nezávislá část uživatelského programu. POU mohou být dodávány od výrobce řídicího systému nebo je může napsat uživatel. Každá POU může volat další POU a při tomto volání může volitelně předávat volané POU jeden nebo více parametrů. [2]

Existují tři základní typy programové organizační jednotky:

- funkce (function, FUN),
- funkční blok (function block, FB),
- program (program, PROG).

1.7.4 Funkce

Funkce je nejjednodušší POU, pokud voláme funkci se vstupními parametry opakovaně, tak nám funkce musí vždy vrátit stejný výsledek. Funkce nesmí mít zpětnou vazbu a nesmí v ní být použity globální proměnné.

IEC 61 131-3 definuje standardní funkce a uživatelem definované funkce. Standardní funkce jsou např. ADD pro sčítání, ABS pro absolutní hodnotu, SQRT pro odmocninu, SIN pro sinus a COS pro cosinus. Jakmile jsou jednou definovány nové uživatelské funkce, mohou být používány opakovaně. [2]

1.7.5 Funkční bloky

Dalším typem POU je funkční blok, který na rozdíl od funkce může mít zpětnou vazbu, mohou si tedy pamatovat předchozí stav. Na rozdíl od funkce může vracet víc než jeden výsledek. Vstupujeme se vstupními proměnnými a vystupujeme s výstupními, nesmí být použity globální proměnné.

Na funkční bloky je možné se dívat jako na integrované obvody, které reprezentují hardwarové řešení specializované řídicí funkce. Obsahují algoritmy i data, takže mohou zachovávat informaci o minulosti (tím se liší od funkcí). Mají jasně definované rozhraní a skryté vnitřní proměnné, podobně jako integrovaný obvod. Klasickými příklady funkčního bloku jsou např. regulační smyčka pro teplotu nebo PID regulátor.

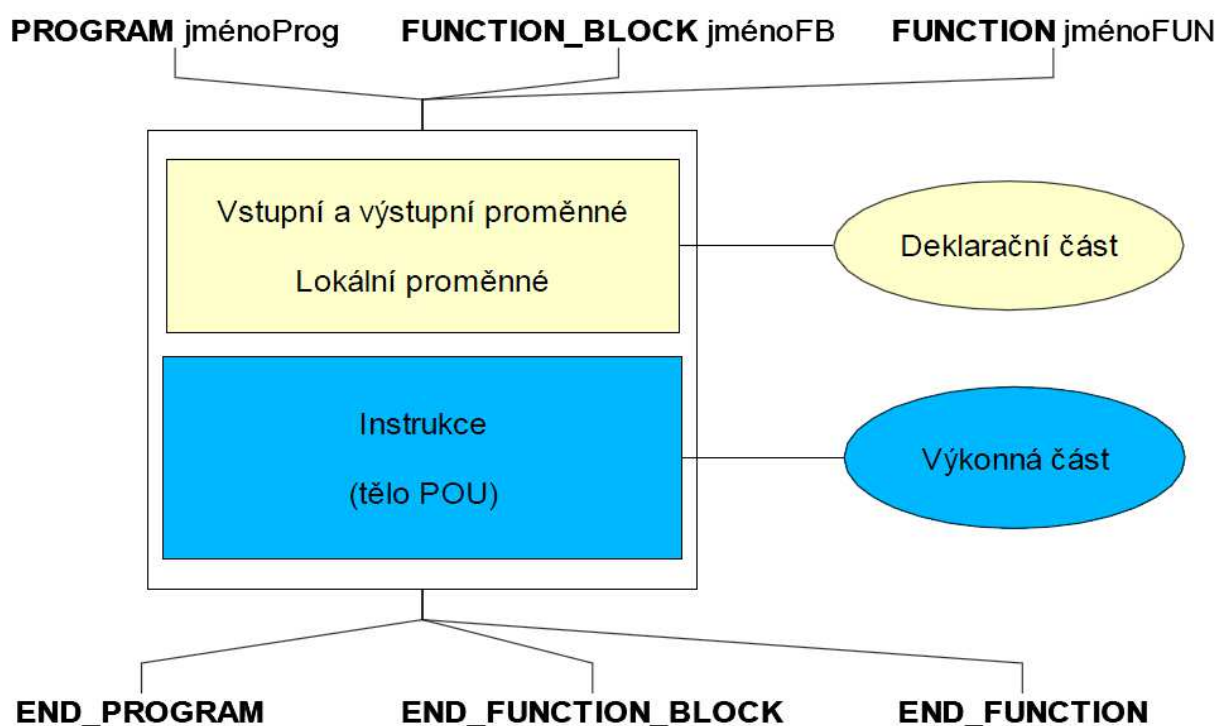
Jakmile je jednou funkční blok definován, může být používán opakovaně v daném programu, nebo v jiném programu, nebo dokonce i v jiném projektu. Je tedy univerzální a mnohonásobně použitelný. Funkční bloky mohou být zapsány v libovolném z jazyků definovaném v normě. Mohou být tedy plně definovány uživatelem. Odvozené funkční bloky jsou založeny na standardních funkčních blocích, ale v rámci pravidel normy je možno vytvářet i zcela nové zákaznické funkční bloky. [2]

1.7.6 Program

Posledním typem POU je program, který představuje vrcholovou programovou jednotku v uživatelském programu. Centrální jednotka PLC může zpracovávat více programů a programovací jazyk ST obsahuje prostředky pro definice spouštění programů (v jaké periodě vykonávat program, s jakou prioritou, apod.). Na základě výše uvedených definic lze říci, že program je vlastně sítí funkcí a funkčních bloků. Program může být zapsán v libovolném z jazyků definovaných výše. [2]

1.7.7 Základní struktura programové organizační jednotky

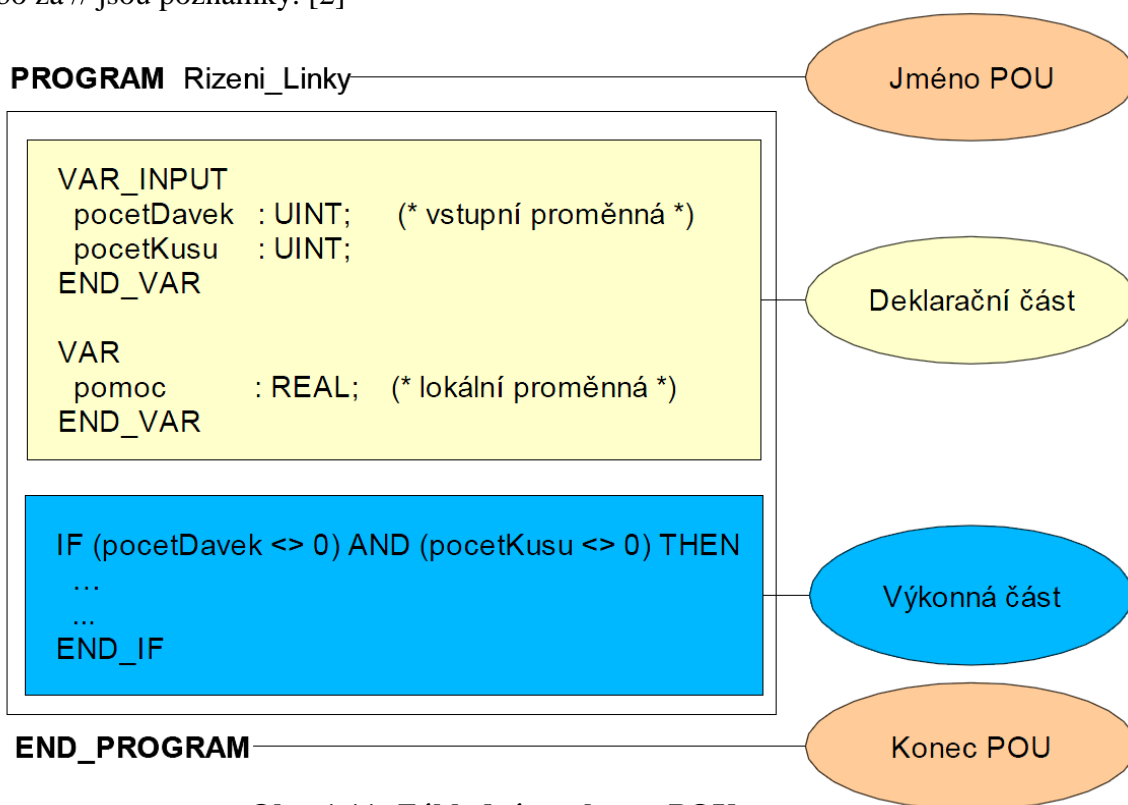
Každá POU se skládá z deklarační a výkonné části, jak je vidět na Obr 1.10. V deklarační části se definují proměnné nutné pro správnou činnost POU. Výkonná část pak obsahuje vlastní příkazy pro realizaci požadovaného algoritmu. [2]



Obr. 1.10: Základní struktura programové organizační jednotky

Deklační část POU

Deklační část POU obsahuje definice proměnných potřebných pro činnost POU. Každá proměnná je definována jménem proměnné a datovým typem. Proměnné můžeme rozdělit podle použití na globální a lokální. Globální proměnné jsou definovány vně POU a mohou být použity v libovolné POU (jsou viditelné z libovolné POU). Lokální proměnné jsou definovány uvnitř POU a v rámci této POU mohou být používány (z ostatních POU nejsou viditelné). Proměnné lze rozdělit na čtyři základní deklarační bloky VAR_INPUT, VAR_OUTPUT, VAR a VAR_TEMP. Každý blok je ukončen END_VAR. Na Obr. 1.11 je vidět, že vše začíná klíčovým slovem PROGRAM a je ukončena klíčovým slovem END_PROGRAM. Tato klíčová slova vymezují rozsah POU. Za klíčovým slovem PROGRAM je uvedeno jméno POU. Poté následuje deklarační část POU. Ta obsahuje definice proměnných uvedené mezi klíčovými slovy VAR_INPUT a END_VAR popř. VAR a END_VAR. Na závěr je uvedena výkonná část POU, obsahující příkazy jazyka ST pro zpracování proměnných. Texty uvedené mezi znaky (* a *) nebo za // jsou poznámky. [2]



Obr. 1.11: Základní struktura POU program

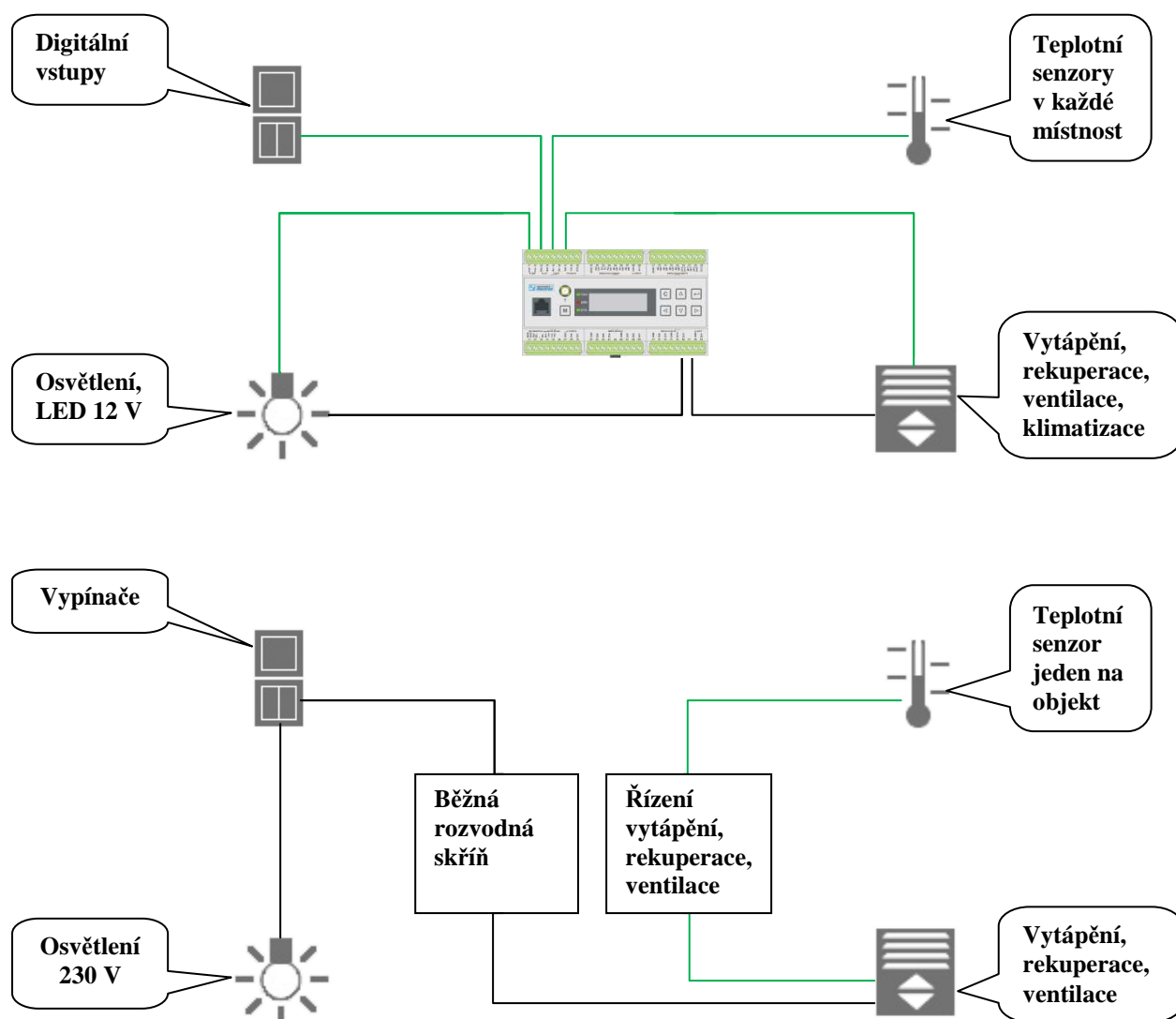
Výkonná část POU

Výkonná část POU následuje za částí deklarační a obsahuje příkazy a instrukce, které jsou zpracovány centrální jednotkou PLC. Na Obr. 1.11 si můžete všimnout modrého bloku jako ukázky výkonné části POU. Výkonná část POU může obsahovat volání dalších POU. Při volání mohou být předávány parametry pro volané funkce respektive funkční bloky. [2]

2 Popis systému

2.1 Seznámení se s problematikou

V dnešní době je v budovách instalováno velké množství elektrických zařízení. Např. bezpečnostní systémy, osvětlení, vytápění, klimatizace atd. Tyto položky dnes představují nejnákladnější část při stavbě nebo rekonstrukci objektu. Hlavním cílem inteligentní elektroinstalace je řídit co nejvíce systému a sloučit je pod jeden celek. Investorovi klesnou náklady a především usnadníme ovládání všech periférií uživateli. U běžné elektroinstalace je každá pozdní úprava velkým zásahem do budovy u inteligentní instalace často stačí pozměnit program nebo využít bezdrátové technologie.



Obr. 2.1: Schéma konvekční instalace

Datová komunikace využívá bezpečného napětí 12 V nebo 24 V, zdroj je navržen dle pravidel SELV a ovládací prvky jsou navrženy pro napětí 230 V. Veškerá datová kabeláž je vedena odděleně od silové, a v chrániče. S dodržением pravidel SELV je elektroinstalace zcela v souladu s ČSN 33 2000 – 4 – 41 Ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Hlavním rozdílem je zapojení. Nedá se říct, že by inteligentní instalace byla výrazně složitější než běžná instalace, jak uvádějí některé publikace. Přesnější výraz je rozsáhlejší, protože u inteligentní instalace z pravidla řídíme více systému, které by běžně ani nebyly realizovány.

Z počátku je důležité, definovat co bude řízeno a jestli je inteligentní instalace pro tuto aplikaci výhodná. Pokud porovnáme obě technologie, tak můžeme jednoznačně říci, že konvenční instalace nás v mnoha ohledech limituje a proto je vhodné jí využít pouze u malých nebo nízkonákladových instalací s malými nároky.

U klasické instalace, je každé zařízení řízeno samostatně, každý vypínač má pevně nastavenou funkci, která je fixně dána kabelovými rozvody. Běžným uživatelům historicky připadá normální, že jeden vypínač zhasíná nebo rozsvěcí jedno světlo nebo jeden okruh světla, ale už si neuvědomuje, jak je ochuzen, ba i omezen. Pokud se časem zjistí, že vypínač je umístěn na nevhodném místě, pak nezbyvá jiné řešení než nákladné zednické práce a hrubý zásah. Proto se ve většině případů uživatel přizpůsobí navzdory nepohodlí. V tomto případě zcela chybí tzv. pohodlné funkce (kap. 4.5) např. zhasnutí celého patra při odchodu nebo simulace přítomnosti v domě atd.

Při odchodu z domu uživatel nemusí přemýšlet, zda vypnul všechny spotřebiče či zavřel všechna okna. Systém dokáže sám pomocí povelů z jednoho tlačítka u vchodových dveří vypnout elektrický proud v zásuvkách v celém domě, ne ovšem v těch, ke kterým jsou připojeny spotřebiče např. lednice, pračka apod. Následně zhasne osvětlení a aktivuje alarm. Na uživateli tedy zůstane jen povinnost neztratit klíče či nezapomenout heslo. Ovšem tento problém se dá zjednodušit funkcí „coming home“, která detekuje autorizované zařízení ve Wi-Fi síti a automaticky deaktivuje alarm. Inteligentní instalaci je možno do značné míry přizpůsobit zvyklostem a přáním uživatele.

Velkou výhodou inteligentního zapojení je možnost softwarové parametrizace vstupů a výstupů. Není nutné při zapojení brát zřetel na fyzické umístění např. světla. Výstupy je možné namapovat později. Zároveň se silovou kabeláží je tažen i datový kabel. Z pravidla bývá silový kabel dražší než datový kabel. V běžném rodinném domě jsou náklady na kabeláž srovnatelné, záleží na skladbě systému.

2.2 Analýza požadavků uživatele

Prvním krokem při návrhu inteligentní instalace je analýza požadavků budoucích uživatelů. V našem případě se jedná o malý rodinný dům o půdoryse 8,5 x 10 m. Výkres přízemí je v příloze A a výkres prvního patra v příloze B. Základní požadavky jsou na zabezpečení, vytápění, požární hlásič, ventilaci, rekuperaci, hlavní osvětlení, dekorativní osvětlení, venkovní osvětlení, SMS komunikace, web server, zálohování, ovládání domácích spotřebičů a komfortní funkce. Všechny tyto systémy budou navrženy na přání uživatelů.

V první řadě je nutné spočítat vstupy, výstupy a určit jejich typy. Např. na LED diodový světelný okruh stačí 5 A relé nebo na stmívání je vhodné použít solid state relé nebo periferní modul C-DM-0006ULED, kterým je možné stmívat až šest nezávislých okruhů o celkové zátěži 24 A. Pro usnadnění je vhodné sestavit tabulku vstupů a výstupů na základě výkresu. Při sestavování je dobré zvážit rezervní vstupy a výstupy. Při realizaci často dochází k rychlým změnám v projektu, a proto je nutné být na tyto změny připraven.

V současné době je velmi diskutovaným tématem vysoká finanční nákladnost inteligentní instalace oproti konvenční. Proto je zde uveden i orientační finanční rozbor konvenční instalace za předpokladu podobné funkčnosti (Tab 2.4 Přehled).

| Patro | DI | Tlač-CIB | AI | RO-světla | zás-neř-16A | RO-zás-ř-5A | RO-zás-ř-16A | RO-LED | SSR-1A | AO |
|----------|----|----------|----|-----------|-------------|-------------|--------------|--------|--------|----|
| Kuchyň | 1 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Pokoj1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Balkon | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pracovna | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ložnice | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Koupelna | 1 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Půda | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chodba | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| SUMA | 6 | 10 | 2 | 7 | 22 | 2 | 1 | 6 | 1 | 1 |

Tab. 2.1: Vstupy a výstupy první patro

V tabulce 2.1 jsou zaneseny vstupy a výstupy jednotlivých místností v patře. Např. RO-zás-ř-16 A znamená reléový výstup, typ zařízení zásuvka 230 V s jištěním 16 A. SSR je zkratka pro solid state relay.

| Přízemí | DI | Tlač | AI | RO- světla | zás-neř- 16A | RO- zás-ř- 5A | RO- zás-ř- 16A | RO- LED | SSR- 1A | AO |
|-----------------|----|------|----|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|------------|------------|----|
| Kuchyň | 1 | 2 | 0 | 1 | 9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Jídelní kout | 1 | 4 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Obývací Pokoj | 0 | 4 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ložnice | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Koupelna | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| WC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Chodba | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Vnějšek | 5 | 0 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Suma | 10 | 18 | 3 | 13 | 24 | 2 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| Zvonek, dveře | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Světél. sensor. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Brána | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Rekup. Jednotky | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUM(ALL) | 21 | 28 | 6 | 22 | 46 | 6 | 4 | 11 | 2 | 2 |

Tab. 2.2: Vstupy a výstupy přízemí a venkovní části

Z posledního řádku tabulky 2.2 je patrné kolik vstupů a výstupů je zapotřebí a jakého typu jsou. Nyní je zapotřebí pokrýt požadavky této aplikace periferními moduly (viz Tab. 2.3). Jak je patrné z tabulky, téměř v každé místnosti se nachází PIR detektor a LED okruh na dekorativní osvětlení. Ve spodní části tabulky jsou parametrizovány venkovní periferie jako např. zvonek, brána, rekuperační jednotky.

| Typ | RO | DI | AI | AO | SSR | Cena/Kč |
|-------------------------|----|----|----|----|-----|---------|
| CP-1036 | 12 | 12 | 0 | 2 | 2 | 9 900 |
| BP-12V/18Ah | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 866 |
| INSYS GSM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 500 |
| PS2-60/27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 490 |
| C-HM-1121M | 19 | 8 | 3 | 2 | 0 | 9 590 |
| IM2-80B | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 2 145 |
| IM2-80B | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 2 145 |
| IM2-80B | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 2 145 |
| IM2-80B | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 2 145 |
| C-OR-0008M | 8 | 0 | 3 | 2 | 0 | 5 400 |
| 3xR-KF-0500T | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 896 |
| CF-1141 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 020 |
| 4xLo-Carbon Tempra HTP | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26720 |
| DTNVEM 1/CIB | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 350 |
| JS-20 LARGO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 159 |
| C-AQ-0003R | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 373 |
| Anténa GSM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 160 |
| Anténa RFox | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 160 |
| R-RT-2305W | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 900 |
| Teplotní čidlo PT1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 |
| 4xTeplotní čidlo NTC12k | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 |
| C-OR-0008M | 8 | 0 | 3 | 2 | 0 | 5 400 |
| SUM(ALL) MOD | 51 | 67 | 13 | 8 | 2 | 97364 |
| SUM(ALL) USE | 39 | 49 | 6 | 2 | 2 | |
| Rozdíl | 12 | 18 | 7 | 6 | 0 | |

Tab. 2.3: Vstupy a výstupy patro

Značnou položkou v seznamu jsou nástěnné rekuperační jednotky Lo-Carbon Tempra HTP. Tyto jednotky obsahují čidlo relativní vlhkosti a řídicí port, kterým je možné jednotku spínat. Pokud počítáme pouze řídicí technologii tak se částka sníží na 67944 Kč. Z této částky se vychází v tabulce 2.4 Rozbor.

V následujících kapitolách je popsána funkce jednotlivých periferních modulů a důvody jejich použití. Základní jednotka CP-1036 je popsána v kapitole 1.4.5.

| Finanční přehled | Inteligentní instalace | | | Konvenční instalace | | |
|----------------------------|------------------------|--------------|-----------------|---------------------|--------------|----------------|
| Materiál | množství | cena za ks/m | celkem | množství | cena za ks/m | celkem |
| Rozvodnice přízemí | 1x144M | 0 | 11560 | 1x36M | 0 | 6200 |
| Rozvodnice patro | 1x36M | 0 | 6120 | 1x24M | 0 | 2500 |
| Jističe, chránič, zapojení | 42 | 0 | 4920 | 26 | 0 | 3200 |
| CYKY 3x2,5 | 450 | 18,46 | 8307 | 290 | 18,46 | 5353,4 |
| CYKY 3x1,5 | 210 | 12,04 | 2528,4 | 200 | 12,4 | 2480 |
| CYKY 5x2,5 | 80 | 34,99 | 2799,2 | 80 | 34,99 | 2799,2 |
| Teco | 0 | 0 | 67944 | 0 | 0 | 0 |
| J-Y(St)Y4x2x0,8 | 320 | 16,2 | 5184 | 10 | 16,2 | 162 |
| WAGO | 100 | 2,1 | 210 | 100 | 2,1 | 210 |
| Zásuvky, krabice | 49 | 156 | 7644 | 49 | 156 | 7644 |
| Elektromontáž | 0 | 0 | 45200 | 0 | 0 | 34572 |
| Alarm | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 20 800 |
| Celkem | | | 162416,6 | | | 85920,6 |

Tab. 2.4: Finanční přehled

Porovnání klasické a inteligentní instalace z hlediska finanční stránky je nesnadný úkol. Pokud bychom měli realizovat všechny funkce, které nabízí inteligentní instalace konvenční instalací, tak bychom se dostali na nereálnou částku. Některé funkce nelze bez využití PLC nebo mikropočítačů realizovat např. webserver nebo SMS bránu. A kdybychom přesto tyto systémy realizovali každý nezávazně, tak bychom nakonec dostali nesourodou až nefunkční inteligentní instalaci. Proto jsou v tabulce 2.4 porovnávány jen společné a zároveň finančně rozdílné položky. Navzdory obecnému tvrzení o úsporách na kabeláži je tento projekt spíše výjimkou. A to z důvodů ovládání zásuvek na přání uživatelů a slaboproudé linky (12V) tažené paralelně se silnoproudou. A také do rozboru není započteno softwarové řešení.

V každém případě záleží na firmě, která bude inteligentní instalaci realizovat. Obecně vzato pokud by návrh inteligentní instalace byl velmi prostý a řídili bychom jen nejzákladnější systémy, tak bychom se dle většiny publikací dostali na částku o 40% vyšší. Ovšem s nesrovnatelným komfortem a potenciálem na zlepšení do budoucna.

2.2.1 INSYS GSM

INSYS GSM je oboustranná komunikační GSM brána určená pro Dual band pracující v sítích 800 a 1800 MHz. Bránou je možné monitorovat a řídit systém Foxtrot. Modul je určen k odesílání a přijímání krátkých textových zpráv a od nové verze 2.0 knihovny SysLib je možné prozvánění. Modul je přizpůsoben na DIN lištu s trvalým připojením šroubovými svorkami. Komunikace se základní jednotkou CP-1036 je realizována přes sériovou linku RS-232. K modulu je možné připojit externí anténu (Anténa GSM) pro zkvalitnění signálu. Je možné nastavit např. 48/32 odchozích/příchozích zpráv, 32 různých telefonních čísel, na která jsou odchozí zprávy zasílány nebo maximální počet odeslaných SMS pro zvolenou časovou periodu apod. Vývojové prostředí Mosaic obsahuje zmíněnou knihovnu SysLib, která pomocí funkčních bloků SMS_Handler a SMS_Handler_2 ovládá GSM bránu. Napájení je (SELV) 12 V až 24 V a proudová zátěž se pohybuje od 80 mA do 160 mA. [2]

Modul je určen především pro průmyslové aplikace s důrazem na spolehlivost. V inteligentní instalaci je modul možné využít nejen jako součást alarmu nebo požárního poplachu, ale je možné řídit všechny připojené systémy. V současné době je v nabídce firmy Teco a.s. obdobný modul GSM MC52iT, který nabízí podobné možnosti za cenu o dva tisíce nižší.



Obr. 2.3: INSYS GSM



Obr. 2.4: GSM MC52iT

2.2.2 PS2-60/27, CF-1141

PS2-60/27 je spínaný zdroj se dvěma hladinami pevného výstupního napětí 27,2V a 12V DC. Je určený pro zálohování (dobíjení záložních akumulátorů BP-12V/18Ah) a napájení systémů Foxtrot. Zdroj nevyžaduje dodatečné chlazení. Maximální příkon je 106 VA a maximální výkon je 60 W. Na vstup zdroje je doporučeno umístit jištění T2,5/250V. Zdroje firmy Teco a.s. je možné nahradit ekvivalentním zdrojem jiné značky. [2]

Spolu se zdrojem je vhodné zapojit modul CF-1141, který je určen k rozšíření počtu větví instalační sběrnice CIB na dvě a k jejich dodatečnému napájení (1A větev) s impedančním oddělením.

K modulu je možné připojit a nabíjet 2x 12V akumulátory v sérii jako záložní zdroj pro obě CIB sběrnice a pro jeden výstup zálohovaného napětí např. pro centrální modul. Kapacitu akumulátoru je třeba volit podle požadované doby zálohování, modul akumulátory trvale dobíjí proudem max. 3A.



Obr. 2.5: PS2-60/27



Obr. 2.6: CF-1141

2.2.3 C-HM-1121M

[8xDI, 19xRO, 3xAI, 2xAO, CIB]

C-HM-1121M je periferní tzv. hotelový modul. Jeho vstupy a výstupy jsou navrženy pro řízení typického hotelového pokoje nebo jednoho patra rodinného domu. Modul obsahuje 8 binárních vstupů pro připojení kontaktů, 3 analogové vstupy pro připojení odporových čidel, 2 napěťové analogové výstupy (0-10V) a 19 reléových výstupů z toho 16/5A a 3/16A. Analogové vstupy jsou konfigurovatelné podle typu použitého čidla. Mechanické provedení odpovídá „rozvaděčovému“ 9M designu pro montáž na U lištu. Ekvivalentem k C-HM-1121M je R-HM-1121M, který využívá bezdrátové připojení RFox. Nevýhodou obou dvou modulů je napájení z běžné sítě 230 V. Z důvodu velkých odběrů není možné modul napájet ze sběrnice CIB. Proto je nutné záložní napájení řešit jiným způsobem. Manuální ovládání je u modulů s reléovými výstupy standardní výbavou. V případě potřeby je možné manuální ovládání softwarově deaktivovat nebo nastavit určité výstupy při výpadku napájení. [2]

V návrhu (viz příloha C), modul C-HM-1121M obsluhuje celé první patro. S doplněním dvou IM2-81B viz následující část 2.2.4.



Obr. 2.7: C-HM-1121M



Obr. 2.8: R-HM-1121M

2.2.4 IM2-80B

[8xDI, 1xAI, 12V DC/75 mA, CIB]

IM2-80B je malý modul z rodiny inteligentních prvků zkráceně INELS, z produkce firmy ELKO EP. Jednotka vstupů IM2-80B je určena pro připojení až 8 zařízení s bezpotenciálovým kontaktem (jako jsou spínače, přepínače, tlačítka, PIR senzory, požární, plynové detektory a jiné). Vstupy IN1 až IN5 je možné použít i jako vyvážené (pro EZS). Jednotky generují napájecí napětí 12V DC/75 mA pro napájení externích senzorů EZS, takže lze připojit PIR senzory, požární, plynové detektory a jiné. Jednotka je vybavena vstupem pro připojení teplotního senzoru TC/TZ. Kontakty externích zařízení, připojených na vstupy jednotky mohou být spínací nebo rozpínací. IM2-80B je v provedení MINI a je určena pro montáž do instalační krabice. [2]

Jedním modulem je možné obsloužit tlačítka jedné až dvou místností. Vytvořením tzv. hybridního systému (viz 1.3.4 Hybridní systém) je docíleno úspor na kabeláži. V projektu (viz. příloha A, B) je využito celkem čtyř modulů IM2-80B, které obsluhují vstupy tlačítek, teplotní senzory a PIR senzory včetně napájení. Dále existuje modul IM2-40B, který se shoduje svou výbavou s IM2-80B až na 4xDI a IM2-20B s 2xDI.



Obr. 2.9: IM2-80B



Obr. 2.10: IM2-80B Reálné zapojení

2.2.5 C-OR-0008M

[8xRO, CIB]

Modul obsahuje 8 reléových výstupů s krátkodobou zatížitelností 80 A a dlouhodobou 16 A. Každý výstup je osazen přepínacím kontaktem. Jednotlivé výstupy umožňují lokální manuální ovládání tlačítka na modulu. Mechanické provedení odpovídá „rozvaděčovému“ 6M designu pro montáž na U lištu. Vzhledem k vyššímu odběru modul obsahuje dvě možnosti napájení. Buď je napájen přímo z CIB linky, nebo je napájen z externího zdroje. V případě napájení modulu přímo z CIB linky je nutné dodržet celkové maximální zatížení CIB linky.

Pokud je zatížení linky překročeno, musí být moduly C-OR-0008M napájeny z externího zdroje (dojde k odlehčení CIB linky). Po připojení modulu k CIB lince (připojení napájení) se rozsvítí zelená (RUN LED). Pokud je modul z CIB obsluhován (probíhá komunikace), RUN LED pravidelně bliká. [2]

Pro jednotlivé výstupy lze nastavit, zda se při přechodu modulu do režimu HALT zamrazí jeho výstupní stav, nebo zda bude jeho stav vynulován.



Obr. 2.11: C-OR-0008M

2.2.6 R-KF-0500T

[5xDI, RFox]

Bateriově napájená klíčenka s 5 tlačítky a jednou indikační LED slouží jako dálkový tlačítkový ovladač. Modul během provozu přechází do režimu sleep, ve kterém je snížena spotřeba modulu (prodloužení životnosti napájecí baterie). Stiskem kteréhokoliv z tlačítek dojde k probuzení modulu a k opětovnému navázání komunikace s masterem. Během režimu sleep není modul schopen komunikovat s RF masterem. [2]

Klíčenka je vhodná nejen k bezdrátovému otevírání brány, ale například k rozsvícení venkovního osvětlení nebo aktivaci alarmu.



Obr. 2.12: R-KF-0500T

2.2.7 C-AQ-0003R

[CFox]

Interiérový prostorový modul pro měření přítomnosti tabákového kouře (oxid uhelnatý CO a vodík H) ve vzduchu. Detekce je založena na elektrochemickém principu (měření vodivosti selektivního polovodičového senzoru). Modul lze využít i pro orientační detekci úniku plynů metan, propan-butan a zemní plyn. Modul dále obsahuje interní teplotní čidlo. [2]

Čidlo je součástí protipožární ochrany a je umístěno v místnosti s otevřeným ohněm.



Obr. 2.13: C-AQ-0003R

2.2.8 Ostatní

Interiérový modul router R-RT-2305W je určen pro zvýšení základního komunikačního dosahu jednotlivých radiových modulů. Router je navržen pro připojení do zásuvky 230V. Router zajišťuje příjem RF paketu, jeho zesílení a následné přeposlání RF paketu dále. V jedné RFox lince je možné použít maximálně 4 routery. [2]

V projektu je router využit pro zlepšení odezvy na R-KF-0500T pakety v prostorách prvního patra a venkovní části objektu.



Obr. 2.15: R-RT-2305W



Obr. 2.14: Lo-Carbon Tempra HTP

Lo-Carbon Tempra HTP je nástěnná rekuperační jednotka. V pasivních nebo nízkoenergetických domech je nezbytné řešit nucené větrání a odvlhčování obytných prostor. Rekuperační jednotka Lo-Carbon Tempra HTP je vybavena senzorem vlhkosti a ovládacím konektorem pro řízení větrání. Účinnost rekuperace je 74%. Spotřeba je 23W. Hladina hluku je 36dB. Maximální množství větraného vzduchu je 54 m³/h. V menších rodinných domech nebo při rekonstrukci je ekonomicky nejvýhodnější řešit větrání každé místnosti zvlášť. [11]

3 Projektová dokumentace

V následující kapitole je zpracována technická dokumentace k rodinnému domu včetně výkresů v příloze A, B a C. Jednotlivé body dokumentace jsou v souladu s platnými českými normami.

3.1 Technická zpráva

Projekt řeší provedení elektroinstalace a v objektu typového rodinného domu. Podkladem pro vypracování projektu byly příslušné stavební výkresy.

3.1.1 Základní technické údaje

Napěťová soustava: 3 NPE AC 50 Hz , 400 V / TN-S.

Ochrana proti nebezpečnému dotyku je řešena odpojením vadné části elektrického zařízení dle ČSN 33 2000-4-41 v koupelně doplněná pospojením dle ČSN 33 2000-7-701.

3.1.2 Instalovaný příkon

2x elektrický sporák – 10 kW, 2x pračka – 4.4 kW,

Tepelné čerpadlo – 11 kW, Ostatní – 3 kW.

Celkem instalováno 28,4 kW, soudobě max. 20 kW.

Osvětlení a zásuvkové okruhy a ostatní spotřeba dle ČSN 33 2130
pro jeden objekt (dva byty) nepřesáhne 20 kW.

Navržené a schválené jištění bude 25 A před elektroměrem.

3.1.3 Připojení objektu

Dle ČSN 34 1610 je objekt zařazen do 3. stupně důležitosti dodávky elektrické energie. Z tohoto důvodu není třeba uvažovat s náhradním napájením nebo jiným náhradním zdrojem. Dodávka elektrické energie bude zajištěna ze stávající rozvodné sítě.

Vlastní napojení objektu rodinného domku je navrženo z nového sloupu. Bude provedena nová přípojka slaněným vodičem AES 4x95 do přípojkové skříně SS100/PSE1P. V přípojkové skříně bude jištění 50A pojistkami typu G/g kabelu CYKY 4Bx10, který bude položen v zemi do nové elektroměrové rozvodnice RE. Elektroměrová rozvodnice ER212/NKP7P- DCK Bohemia a.s. bude osazena na hranici pozemku. Připojení bytové rozvodnice bude provedeno kabely CYKY 5Cx10 a CYKY 5Cx2.5.

3.1.4 Měření odebrané elektrické energie

Je navrženo, jak již bylo uvedeno v pilíři na hranici pozemku.

3.1.5 Kompenzace jalové elektrické energie

Nebude řešena. Provoz tohoto objektu kompenzací nevyžaduje.

3.1.6 Prostředí v objektu

Prostředí pro jednotlivé prostory v objektu je stanoveno dle ČSN 33 2000-3. V koupelnách ho jednoznačně určuje ČSN 33 2000-7-701, vč. jednotlivých zón.

3.1.7 Rozvodnice RE

Elektroměrová rozvodnice bude instalována v pilíři na hranici pozemku. Rozvodnice bude obsahovat měření spotřeby elektrické energie, hlavní jistič před elektroměrem o hodnotě 25 A 3f, jako rezerva jistič 2A jednofázově a místo pro přijímač HDO. Z elektroměrové rozvodnice RE bude napojena domovní rozvodnice RB osazená v zádveři přízemí.

3.1.8 Rozvodnice RB

Rozvodnice RB bude osazena v prostoru zádveří. Rozvodnice obsahuje jištění světelných, zásuvkových okruhů, jištění dalších obvodů dle 3.1.2 Instalovaný příkon. Přívod do rozvodnice je navržen kabelem CYKY 5Cx10 z rozvodnice RE. Společně se silovým kabelem bude instalován ovládací kabel CYKY 5Cx2,5 pro ovládací signál HDO.

Dle ČSN 33 2130, budou instalovány na zásuvkových obvodech přístupné veřejnosti chrániče. Rovněž tak na zásuvkových vývodech pro venkovní použití.

3.1.9 Rozvodnice RC

Rozvodnice RC bude osazena v prostoru chodby v prvním patře. Rozvodnice obsahuje jištění světelných, zásuvkových okruhů, jištění dalších obvodů dle 3.1.2 Instalovaný příkon. Přívod do rozvodnice je navržen kabelem CYKY 5Cx6 z rozvodnice RB. Dle ČSN 33 2130, budou instalovány na zásuvkových obvodech přístupné veřejnosti chrániče.

3.1.10 Provedení elektroinstalace

Elektroinstalace je navržena měděnými kabely CYKY uloženými pod omítkou. Jednotlivé typy vodičů vč. jejich průřezů jsou patrné z výkresu rozvodnice RB. Spínací prvky, vypínače a zásuvky, budou dodány v barevném provedení dle přání investora. Počet okruhů a zásuvek respektuje ČSN 33 2130. Rovněž typy těchto prvků je možné změnit dle požadavku uživatele. Veškerá elektroinstalace v objektu je navržena v soustavě TN-S, tedy se samostatným středním a ochranným vodičem. Aby byl splněn požadavek čl. 413.1.2.1. ČSN 33 2000-4-41 je u RB navržena svorkovnice hlavního pospojování. Na tuto svorkovnici bude připojen zejména ochranný vodič, uzemňovací přívod od hromosvodů, rozvod potrubí v objektu.

3.1.11 Osvětlení jednotlivých místností

Vývody pro osvětlení jsou navrženy dle ČSN 33 2130.

3.1.12 Připojení jednotlivých zařízení k objektu

Jedná se o připojení běžných spotřebičů, není proto dále popisováno.

3.1.13 Slaboproud

V rámci elektroinstalačních prací může být provedeno vytrubkování pro slaboproud. Zvonková signalizace je uvažována bezdrátová.

3.1.14 Uzemnění

Objekt je nutno dle ČSN EN62305 chránit před bleskem. Uzemňovací soustavu navržena dle ČSN 33 2000-5-54 a tvořena páskem FeZn 30x4mm uloženým v základech objektu a číslovány popisnými štítky.

3.1.15 Závěr dokumentace

Elektroinstalace a hromosvody budou provedeny dle příslušných norem a předpisů. Před předáním zařízení do užívání bude provedena výchozí revize a výchozí revizní zpráva dle ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6-61. Před předáním objektu do užívání bude provedeno zakreslení skutečného provedení elektroinstalace.

4 Softwarové řešení

V této kapitole jsou popsány základní části programu pro PLC Tecomat Foxtrot. Program je napsán v jazyce ST a obsluhuje pět základních systémů, které spolu dokonale spolupracují:

- osvětlení,
- alarm,
- větrání,
- vytápění,
- komfortní funkce.

4.1 Osvětlení

Osvětlení je rozděleno na 230 V AC okruhy a 12 V DC LED okruhy. V původní verzi byly LED okruhy uvažovány jen na dekorativní svícení, ale po prvních testech LED pásků 12 V DC 14,4 W/m, chip 5050, byly téměř všechny okruhy přepojeny z 230 V AC na 12 V DC. Hlavním důvodem je nižší spotřeba LED diod oproti úsporným zářivkám při zachování stejné svítivosti.

Pro řízení hlavního osvětlení byl navržen funkční blok *light*, který při zavolání se vstupní proměnnou (náběžná hrana tlačítka) neguje výstup daného světla. Součástí je resetovací vstupní proměnná, která např. při odchodu z objektu vypne všechny světla.

Funkční blok *counter_light* měří dobu a počet rozsvícení jednotlivých světél a z předem fixně dané hodnoty spotřeby každého světla odhaduje množství spotřebované energie a cenu. Tyto údaje jsou ukládány na externí kartu ve formátu csv k dalšímu zpracování např. vizualizaci.

Funkční blok *PIR_light* rozsvítí určitá světla při log.0 na určitých PIR detektorech. Dále při kladném výstupu spustí časovač, který světlo opět vypne po uplynutí jistého času. A zároveň pokud v místnosti ustane pohyb na dobu více než 30min tak světla v dané místnosti nuceně resetuje na log.0. V budoucnu je uvažován detektor intenzity denního osvětlení, který by zabránil zbytečnému rozsvícení světél reagujících na pohyb. Zatím je nutnost večerního svícení odhadována z polohy slunce v závislosti na zeměpisné šířce a data.

Funkce *night_light* sepne okruh světél na základě PIR detektorů (vždy jen v patře). Světla jsou umístěna v podlahových lištách (bez ložnice), tak aby bylo možné se pohybovat po objektu v nočních hodinách bez nepříjemného náhlého oslnění.

Funkční blok *random_light* při zapnutém alarmu nejprve resetuje světla a poté náhodně rozsvítí určitá světla v objektu jako simulaci přítomnosti osob. Funkční blok spouští sekvenci náhodně, nebo pokud venkovní detektory zaznamenají pohyb v blízkém okolí objektu.

4.2 Alarm

Jeden z nejdůležitějších systémů v nově vznikajícím objektu je alarm. V inteligentních budovách je alarm implementován do základního systému, tak aby mohl využívat všech dostupných periférií. Alarm nechrání objekt jen proti zlodějům, ale jeho součástí je i protipožární ochrana. Součástí každé nové stavby musí být systém protipožární ochrany dle ČSN 01 3495.

Hlavní funkce *alarm* po aktivaci reaguje na vnitřní a vnější PIR detektory. Pokud je detekován pohyb v bezprostřední blízkosti budovy, tak se rozsvítí vnější reflektory a po ustání pohybu se s časovým prodlením se reflektory vypnou. V případě vniknutí do objektu nebo detekování rozbitého skla je aktivován funkční blok *poplach*, se vstupní proměnou *alarm_1* a následně se rozblíkají všechna světla v domě a rozešle se SMS zpráva uživatelům objektu. Na zvažení je instalace poplachové sirény, která ovšem v tomto objektu není na přání uživatelů instalována. Alarm se aktivuje při odchodu pomocí bezdrátové klíčenky nebo automaticky při nulovém pohybu v objektu trvajícím déle než 36 hodin nebo pomocí SMS zprávy. Aktivace nebo deaktivace alarmu přes webové rozhraní není možná. V případě aktivace alarmu s otevřeným oknem je uživatel varován pomocí SMS zprávy. V případě aktivovaného alarmu je nastaven funkční blok *random_light*.

Funkční blok *fire*, trvale vyhodnocuje data z C-AQ-0003R (viz kap. 2.2.7) a z teplotních čidel v objektu v případě kladného vyhodnocení zavolá funkční blok *poplach* se vstupní proměnou *fire_1* a následně vypne všechny reléové okruhy, rekuperační jednotky a zároveň odešle SMS uživatelům popř. obeznámeným sousedům.

V současné době pracuji na funkci, která by deaktivovala alarm v případě opětovné kladné autorizace mobilního zařízení v domácí wifi síti. A dále na průběžném informování uživatelů o stavu objektu.

4.3 Větrání

Funkční blok *ventilation*, obstarává chod rekuperačních jednotek. Pokud dojde k pohybu v místnosti s rekuperační jednotkou, tak se ventilace sepne na 30 minut. Pokud uživatelé nechtějí být rušeni ventilací, je možné vypnout jednotku přidržením nejbližšího tlačítka na dobu 10 sekund. V případě nižších venkovních teplot než -22°C systém upozorní uživatele na možnost zamrznutí jednoty a doporučí přivření nebo úplné zavření odvodní klapky. V nočních hodinách od 2:00 do 7:00 dochází k nucenému větrání objektu. Rekuperační jednotky Lo-Carbon Tempra (viz 2.2.8) disponují vstupem pro zvýšení výkonu rekuperace.

V budoucnu je počítáno v obývací místnosti s C-AQ-0001R (Prostorové čidlo koncentrace CO₂), které by usnadnilo hlídání kvality ovzduší při vyšším počtu osob. Pokud je otevřené

jakékoliv okno v patře tak se chod rekuperačních jednotek zastaví. V nízkoenergetickém nebo pasivním domě není větrání okny výhodné.

4.4 Vytápění

V tomto objektu je instalováno tepelné čerpadlo BARX EVO A23i. Firma Barx využívá systém Foxtrot ve svých zařízeních, ale v tomto konkrétním tepelném čerpadle BARX EVO A23i není instalován. Proto je řízení vytápění omezené. Tepelné čerpadlo využívá jeden interiérový a jeden exteriérový teploměr. Oba tyto teploměry byly zastoupeny analogovými výstupy. Pokud uživatel chce zvýšit vnitřní teplotu, tak systém Foxtrot sníží na určitou dobu imaginární teplotu odesílanou tepelnému čerpadlu. Jakmile dojde k dosažení požadované teploty, tak se údaje opět obnoví. Tento způsob řízení není optimální. Dále jsou řízeny termostatické ventily, které regulují průtoky podlahového vytápění v patrech. Pokud v zimních měsících dojde k dosažení požadované teploty v přízemí, tak dojde k omezení průtoku. Zateplení prvního patra bývá zpravidla horší než přízemí.

4.5 Komfortní funkce

V systému je navrženo na přání uživatelů několik funkcí, které vyhovují nebo se přizpůsobují zvyklostem uživatelů. Pomocí bezpečnostních funkcí je možné předejít úrazům elektrickým proudem nebo škodám způsobeným nedbalostí.

Funkce *blackout* detekuje výpadek proudu na vstupu DI14 (CP-1036). Následně přepne napájení ze síťového zdroje 12 V na akumulátory a zároveň se v případě přítomnosti osob v domě nebo při deaktivovaném alarmu rozsvítí všechny LED okruhy a systém odešle SMS s informací o výpadku.

Funkce *out_off* se spustí a následně odpojí vnější a zahradní zásuvky v případě aktivního alarmu nebo pokud dojde k nulovému pohybu v okolí budovy po dobu 6hod.

Funkce *power_off* se aktivuje spolu s alarmem a odpojí několik zásuvkových okruhů v kuchyni včetně trouby a varné desky.

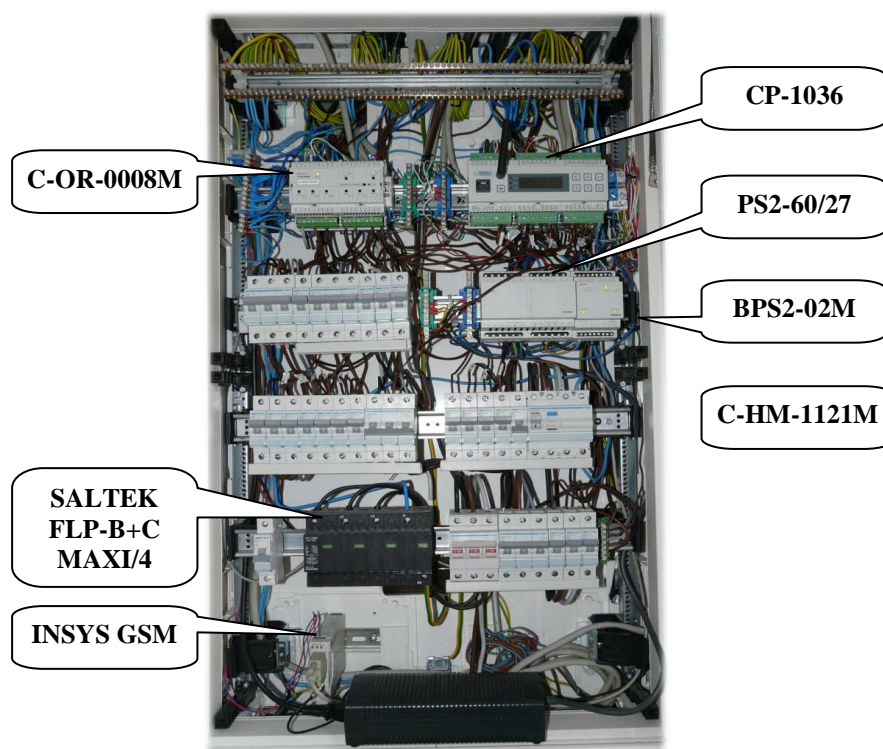
Funkce *wake_up*, je v podstatě budík, který postupně rozsvítí světla v ložnici a v koupelně v stanovený čas.

Při stisku tlačítka u vchodových dveří po dobu 5 sekund se vypnou všechny světla v patře a po 10 sekundách v celém domě. Dále pracuji na rozšíření funkcí systému Foxtrot např. o widget, který by usnadnil ovládaní domu nebo zkvalitnit funkce webserveru. Firma Teco neustále rozšiřuje portfolio nabízených modulů, které umožňují připojení dalších zařízení přes audiovizuální techniku až po meteostanici nebo systém zavlažování reagující na předpověď počasí. Inteligentní budovy jsou stále populárnější a je třeba na tento trend reagovat.

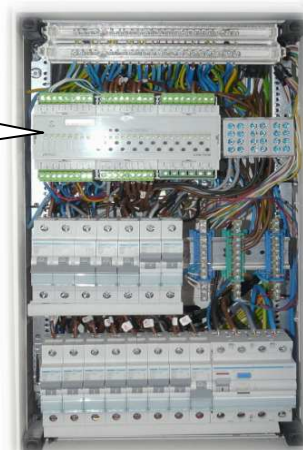
5 Závěr

Díky zadání bakalářské práce jsem měl možnost prakticky se seznámit se systémem Tecomat Foxtrot, problematikou řízení budov, aplikací norem, souvisejících s elektroinstalacemi do 1000 V nebo problematikou přepět'ové ochrany. Měl jsem také možnost tyto nabyté vědomosti použít v reálné aplikaci – kompletní řízení menšího rodinného domu. Přitom jsem získal cenné praktické zkušenosti, protože jsem byl nucen řešit mnoho technických problémů, které z velké části vycházely z malé zkušenosti s podobnými instalacemi. Například je dobré počítat s rezervami u rozvodnice a kabeláže.

Otevřenost zvoleného řešení mi dovolila mnoho drobných úprav a vylepšení původního návrhu, například dodatečné ovládání zahradního osvětlení nebo kombinovaný monitoring přítomnosti automobilu pohybovým detektorem a zároveň fotozávorou. Při zpětném hodnocení původního návrhu instalace mohu konstatovat, že nedošlo k žádnému zásadnímu pochybení a dnes bych provedl jen několik drobných změn. Nešetřil bych na periferních modulech a snažil bych se řídit a propojit více systémů s využitím RFox sítě.



Obr. 5.1: Rozvodnice RB



Obr. 5.2: Rozvodnice RC

Seznam použité literatury

- [1] Siemens [online]. 2012 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW:
<<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=3dc1f5a3fc>>.
- [2] Firemní materiály firmy Teco, a.s. [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z WWW:
<<http://www.tecomat.cz/>>.
- [3] INELS [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z WWW:
< <http://www.inels.cz/index.php?sekce=produkty>>.
- [4] PLÍVA, Doc. Ing. Zdeněk, DRÁBKOVÁ, Ph.D., Ing. Jindra. Metodika zpracování diplomových, bakalářských a vědeckých prací na FM TUL. FM TU v Liberci, 2007. 38 s. Oborová práce. TUL. ISBN 978-80-7372-189-3.
- [5] Řehánek, J., Janouš, A., Kučera, P., Šafránek, J.: Tepelně technické a energetické vlastnosti budov. 1.vyd. Praha: Grada, 2002. 248 s. ISBN: 80-7169-582-3.
- [6] Merz, H., Hansemann, T., Hübner, Ch.: Automatizované systémy budov. 1.vydání Praha: Grada, 2009. ISBN: 978-80-247-2367-9.
- [7] Valeš, M.: Inteligentní dům. 2.vydání. Brno: Era, 2008. 145 s. ISBN: 80-7366-062-8
- [8] Dvořáček, K.: Správná a bezpečná elektroinstalace. 4.vydání Praha: Computer Press, 2010. 160 s. ISBN: 978-80-251-3111-4
- [9] Odborný časopis AUTOMA [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z WWW:
<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=36107>.
- [10] Internetové stránky společnosti Jablotron [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z WWW: < <http://www.jablotron.cz>>.
- [11] Internetové stránky společnosti SORKE, spol. s.r.o. [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://ventilace.cz/rekuperacni-jednotky-nastenne.htm>>.

TABULKA MÍSTNOSTÍ

| č. | Popis | Plocha m ² | Podlaha | Poznámky |
|----|--------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Zádvěr | - | Ker. dlažba | |
| 2 | Chodba | - | Ker. dlažba | |
| 3 | Obýv. pokoj | - | - | |
| 4 | Jídelní kout | --- | - | |
| 5 | Kuchyň | - | Ker. obkl. v=600 | |
| 6 | Ložnice | - | - | |
| 7 | Koupelna | - | Ker. obkl. v=2500 | |
| 8 | WC | - | Ker. dlažba | Ker. obkl. v=2500 |
| 9 | Schodiště | - | --- | |

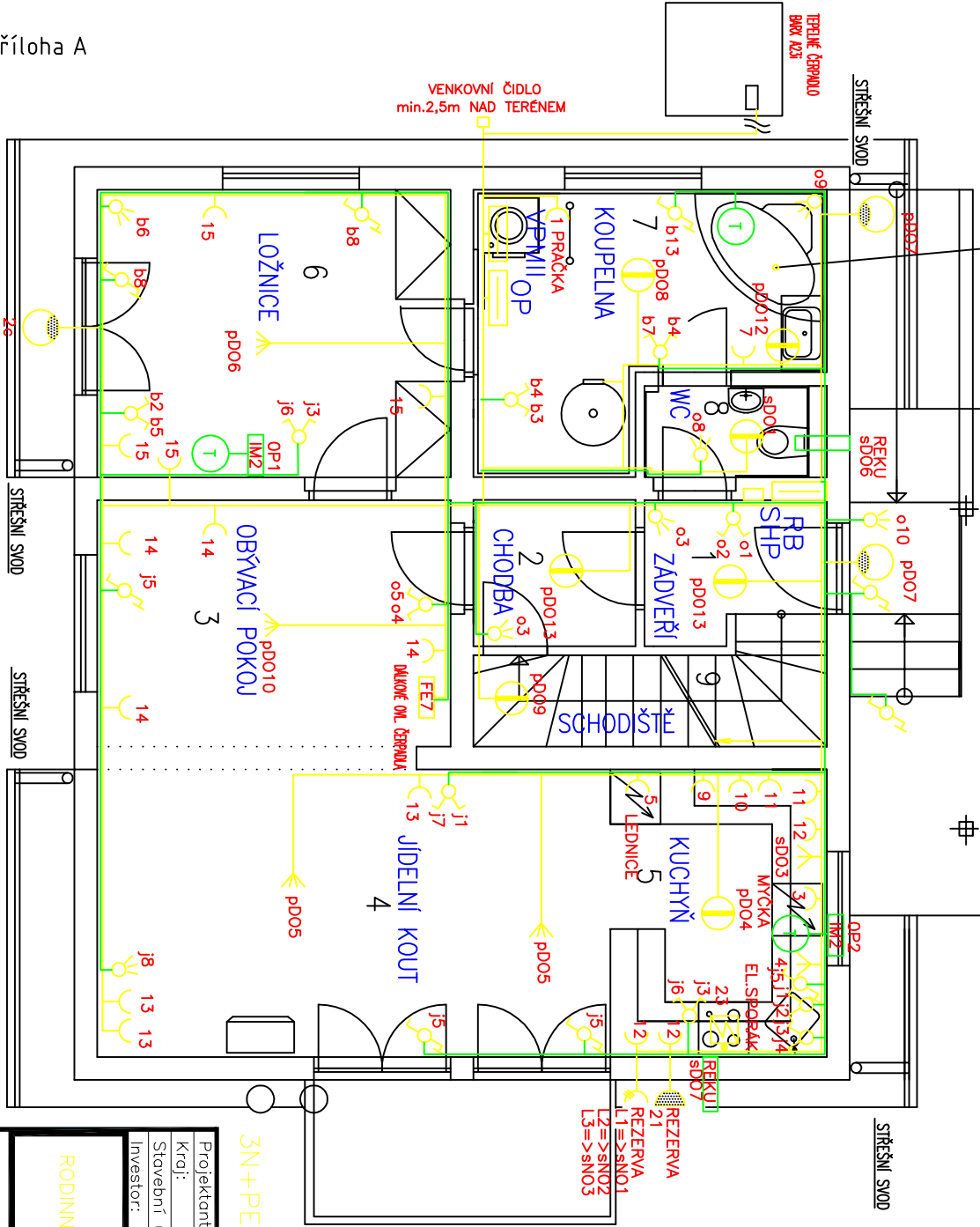
LEGENDA HMOT

- Stavební díly CEPOL-THERMO
- 24V

Okruh 24V, CIB
- Magnetický spínač oken
- T

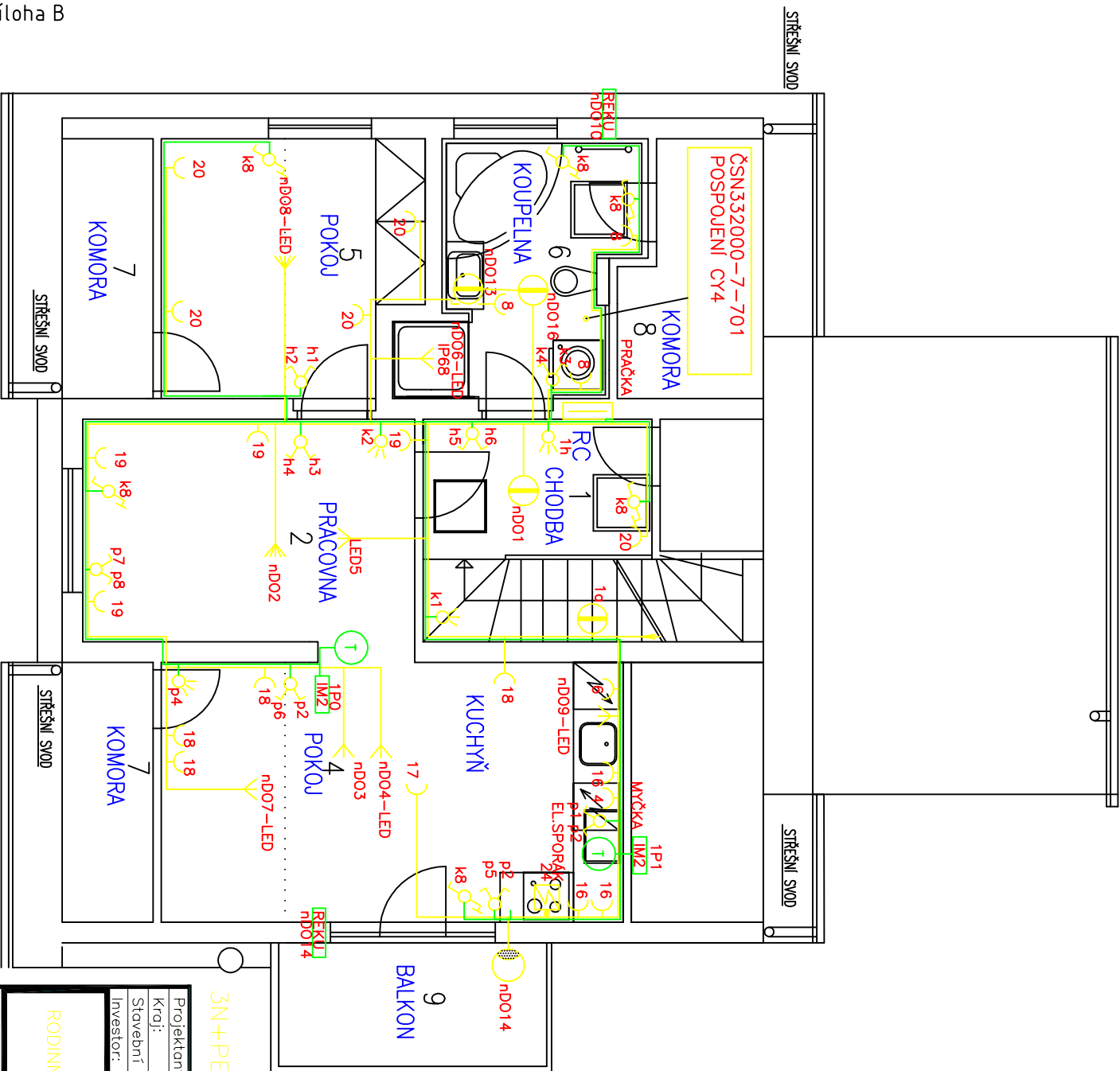
Teplotní senzor

ČSN332000-7-701
POSPOLUJENÍ ČY4
PŘIPOJIT DO SHP



3N+PE-50HZ,400V/TN-S

| | | | |
|-----------------------|----------|----------|---|
| Projektant: | VANĚK T. | Formát: | |
| Kraj: | | Datum: | |
| Stavební úřad | | Účel: | |
| Investor: | | Zakázka: | |
| RODINNÝ DŮM | | Měří: | A |
| ELEKTROINSTALACE 1.NP | | | |



| č. | Popis | 2 | Podlaha | Poznámk |
|----|----------|-----|---------|---------------------|
| 1 | Chodba | --- | --- | |
| 2 | Pracovna | --- | --- | |
| 3 | Kuchyně | --- | --- | Ker. obl. v=600 |
| 4 | Poko | --- | --- | |
| 5 | Poko | --- | --- | |
| 6 | Koupelna | --- | --- | Ker.obkl.v=950-2400 |
| 7 | Komora | --- | --- | |
| 8 | Komora | --- | --- | |
| 9 | Balkon | --- | --- | |

TABULKA MÍSTNOSTÍ

LEGENDA HMOT

- Stavební díly CEPOL-THERMO

 - 24V – Okruh 24V, CIB
 -  – Magnetický sprinč oken
 -  – Teplotní senzor

| | | |
|---------------|-----------|---|
| Projektant: | VANÍEK T. | |
| Kraj: | | |
| Stavební úřad | | |
| Investor: | | |
| Formát: | | |
| Datum: | | |
| Účel: | | |
| Zakázka: | | |
| Měř: | - | B |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

1

E

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|